NOZIONI

DI

SCIENZE FISICHE

SECONDO GLI ULTIMI PROGRAMMI MINISTERIALI

PER LE SCUOLE

NORMALI, MAGISTRALI E TECNICHE

DI

FERDINANDO GIACOMINI

Professore nell'Istituto Tecnico e nella R. Scuola Normale [illegible]ercelli,
Socio effettivo dell'Istituto Filotecnico Nazionale,
Membro dell'Accademia di Marsiglia.

VERCELLI
STABILIMENTO TIP. E LIT. GUIDETTI E PEROTTI
1873.

NOZIONI

DI

SCIENZE FISICHE

SECONDO GLI ULTIMI PROGRAMMI MINISTERIALI

PER LE SCUOLE

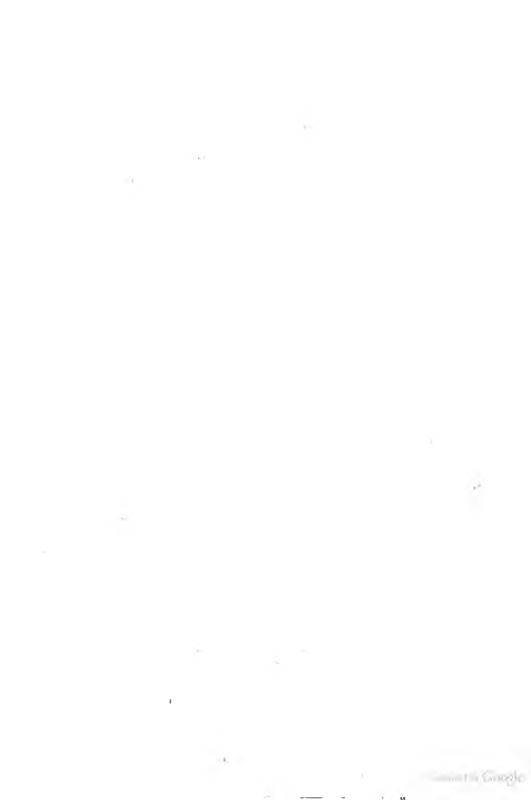
NORMALI, MAGISTRALI E TECNICHE

DI

FERDINANDO GIACOMINI

Professore nell' Istituto Tecnico e nella R. Scuola Normale di Vercelli,
Socio effettivo dell' Istituto Filotecnico Nazionale,
Membro dell' Accademia di Marsiglia.

VERCELLI
TIPOGR. LITOGR. GUIDETTI E PEROTTI
1873.

A voi, o Giovani, che date opera allo studio delle Scienze Fisiche, indirizzo questa mia operetta. Abbiatela, se non altro, quale un pegno di quel vivo amore, che io nutro pel vostro scientifico progresso.

INTRODUZIONE.

1. **Materia.** Materia è tutto ciò che può fare impressione sui nostri sensi. Una pietra, l'acqua, un albero sono materia.

2. **Corpo.** Corpo è una porzione di materia limitata in tutti i sensi.

3. **Sostanza.** *Sostanza* di un corpo è la qualità di materia, da cui esso corpo risulta.

4. **Volume.** La quantità limitata di spazio, occupato da un corpo, costituisce il suo *volume*.

5. **Massa.** Dicesi massa la quantità di materia, da cui un corpo è formato; e siccome la gravità agisce sulla massa dei corpi, da essa dipende il loro peso assoluto.

6. **Densità.** Se noi consideriamo due corpi presi ad egual volume, troviamo che l'uno può avere una massa maggiore dell'altro; in tal caso diciamo, che la *densità* del primo è maggiore della *densità* del secondo. Il mercurio, per esempio, a parità di volume, pesa 13,5 volte più dell'acqua, che è quanto dire che ne è 13,5 volte più denso. *La densità di un corpo quindi è il rapporto che passa tra la*

sua massa ed il suo volume. Perciò di due corpi, presi ad ugual volume, è maggiore la densità di quello, la cui massa è maggiore, e di due corpi di massa uguale è maggiore la densità di quello, che ha minor volume.

7. Costituzione e stati dei corpi. I corpi sono costituiti da piccole particelle, che diconsi *molecole*, e queste da elementi infinitamente piccoli, che diconsi *atomi*.

Gli elementi, che costituiscono i corpi, sono soggetti alle *forze molecolari*, alla *coesione* cioè, ed alla *ripulsione*; ed a seconda che l'una di queste forze è superiore, uguale od inferiore all'altra, essi si presentano allo stato *solido*, *liquido* od *aeriforme*; quindi:

Corpo solido è quello, le cui molecole sono così strettamente unite per la coesione, da abbisognare di uno sforzo per essere spostate. Sono corpi solidi, per esempio, le pietre, i legni.

Corpo liquido è quello, le cui molecole, per l'equilibrio tra le forze molecolari, scorrono facilmente le une sulle altre. L'acqua ed il mercurio sono corpi liquidi.

Corpo aeriforme è quello, le cui molecole, per la forza di ripulsione, tendono costantemente ad allontanarsi le une dalle altre. L'aria, i gaz ed i vapori sono corpi aeriformi.

I liquidi e gli aeriformi, per la scorrevolezza delle loro molecole, si chiamano anche *corpi fluidi*.

I corpi solidi hanno forma propria; i liquidi prendono la forma della parte del vaso che li contiene; e gli aeriformi, per la tendenza delle loro molecole ad allontanarsi le une dalle altre, prendono la forma dell'intero recipiente, in cui sono chiusi.

8. **Fenomeno.** Dicesi *fenomeno* ogni cambiamento, che avviene nello stato di un corpo. Quando un tal cambiamento avviene senza che si alteri la sostanza del corpo, come per esempio nell'urto, nel moto, nella gravità, il fenomeno dicesi *fisico*; mentre è *chimico*, quando si effettua con alterazione della natura del corpo, come nella fermentazione e nella combustione.

9. **Agenti fisici.** Le cause a cui sono dovuti i fenomeni dei corpi, si dicono *agenti fisici* o *forze molecolari*; tali sono l'*attrazione universale*, il *calorico*, la *luce*, il *magnetismo* e l'*elettricità*.

Capo I.

PROPRIETA' GENERALI

DELLA MATERIA

---

10. Le proprietà dei corpi altro non sono che il diverso modo, con cui essi agiscono sui nostri sensi. Tra le proprietà generali, alcune sono *essenziali*, senza le quali non si potrebbe concepire l'esistenza dei corpi: tali sono l'*estensione* e l'*impenetrabilità*; altre sono non essenziali, come la *divisibilità*, la *porosità*, l'*elasticità*, la *mobilità* e l'*inerzia*.

11. Estensione. L'*estensione* è quella proprietà, per la quale un corpo occupa una limitata porzione di spazio, che dicesi il suo *volume*. Un corpo è sempre esteso secondo le tre dimensioni: *lunghezza*, *larghezza* e *profondità* o *altezza*.

12. Impenetrabilità. La *impenetrabilità* è la proprietà, per la quale due corpi non possono simultaneamente occupare la medesima porzione di spazio. Tutti i corpi sono impenetrabili: un chiodo conficcato nel legno non fa che spostarne le molecole, facendosi strada attraverso di esse: un sasso gettato in un vaso d'acqua, ne innalza il livello, spostandone una quantità uguale al proprio volume. Se in un vaso ripieno d'acqua si capovolge un bicchiere ripieno d'aria, questa impedisce all'aria

di salire nell'interno del bicchiere stesso: il che prova che anche l'aria è impenetrabile.

13. **Divisibilità.** L'osservazione ci mostra, che tutti i corpi sono suscettibili d'essere divisi in parti, e queste in parti assai più piccole, e così di seguito, finchè la divisione dà delle particelle tanto piccole da sfuggire ai nostri sensi.

Alcuni esempi serviranno a persuaderci dell'immensa divisibilità della materia. Un centigramma di carmino basta per tingere un considerevole volume di acqua. L'odorato, più che la vista, ci prova la grande divisibilità della materia; una piccola quantità di muschio, collocato in una stanza, lascia esalare per più anni un odore intollerabile per la sua intensità, proveniente dalle particelle che si espandono in vapore nell'aria, senza che il peso di questa sostanza rimanga sensibilmente diminuito. I metalli stessi offrono esempi di una grande divisibilità. L'arte sa ridurre l'oro in foglie talmente sottili, da volercene diecimila per fare la grossezza di un millimetro.

14. **Porosità.** La porosità è la proprietà che hanno i corpi di presentare tra le loro molecole degli interstizi, chiamati *pori*. Molti sono i fatti, che noi possiamo citare, per comprovare che tutti i corpi sono porosi. Un uovo avvicinato al fuoco e riscaldato anche leggermente, si mostra bentosto coperto da tante goccioline d'acqua, a somiglianza di rugiada. Il sudore che noi stessi tramandiamo nell'estate, prova che la nostra cute è porosa. Gli Accademici del cimento nel 1661, volendo verificare se l'acqua fosse compressibile, presero una palla d'oro cava, la quale, riempita d'acqua e sottoposta ad una forte compressione, lasciò trapelare

l'acqua per i suoi pori. Si applichi al piatto di una macchina pneumatica (1) un lungo tubo di vetro, (fig. 1) alla cui estremità superiore sia adattata una scodella di legno, *a*, tagliato normalmente alle sue fibre; riempiendo la scodella di mercurio ed estraendo l'aria dal tubo, si vede il mercurio cadere sotto forma di minutissima pioggia, dopo d'aver attraversato i pori del legno della scodella. Questa esperienza è conosciuta sotto il nome di *pioggia di mercurio.*

15. **Mobilità.** La *mobilità* è la proprietà che hanno i corpi di poter passare da un luogo ad un altro. Chiamasi *moto* lo stato di un corpo che cambia di luogo, e *quiete* la sua permanenza in un luogo. Noi diciamo che un corpo è in moto, quando varia la sua distanza da altri corpi, supposti in quiete. Se questa quiete è *reale*, il moto sarà detto *assoluto*,

(1) La macchina pneumatica inventata nel 1650 da Ottone De Guericke, borgomastro di Magdeburgo, è un apparecchio (fig 2) che serve a togliere l'aria da un recipiente Essa si compone di uno, ma più spesso di due *corpi* di *tromba* muniti di stantuffi. Ciascuno stantuffo è sormontato da un'asta dentata, nei cui denti ingranano quella di una ruota dentata, che fa girare mediante un'asta, ma in modo che quando uno stantuffo s'innalza, l'altro si abbassa. I due corpi di tromba comunicano, mediante un tubo orizzontale, con un recipiente *o*, di cui si vuol togliere l'aria. Un piccolo tronco di cono metallico *c* portato da un filo pure di metallo, che attraversa lo stantuffo, chiude la comunicazione della tromba col recipiente quando lo stantuffo si abbassa, e la lascia aperta quando lo stantuffo si innalza. Ciascun stantuffo è munito di una valvola, che si apre alle pressioni dal basso all'alto, mentre si tien chiusa alle pressioni dall'alto al basso.

Or ecco come agisce l'apparecchio. Quando si innalza lo stantuffo, la valvola dello stesso rimane chiusa per l'esterna pressione atmosferica, mentre il piccolo tronco di cono innalzato dallo stantuffo permette all'aria del recipiente di distribuirsi anche nel corpo di tromba; quando poi lo stantuffo si abbassa fino al fondo del corpo di tromba, l'aria in questa contenuta non può più ritornare nel recipiente, ma apre la valvola dello stantuffo ed esce.

Un piccolo tronco di barometro *b*, posto in comunicazione col recipiente, serve a far riconoscere il grado di rarefazione dell'aria, ottenuta nel recipiente.

e se non è che *apparente*, il moto sarà *relativo*. Egli è perciò, che il moto di un viaggiatore che va e viene nella camera di una nave in cammino, non è che relativo, perchè i diversi oggetti ai quali egli riferisce le posizioni successive che occupa, sono essi stessi in moto. Tutti i movimenti che noi osserviamo alla superficie della terra, sono relativi, essendo il nostro globo animato dal doppio moto, l'uno attorno al proprio asse, e l'altro di traslazione intorno al sole.

La quiete può essere pure *assoluta* o *relativa*; è assoluta quando il corpo occupa realmente il medesimo punto nello spazio: è relativa, quando esso conserva le medesime distanze dagli oggetti che lo circondano, considerati come fissi, ma che realmente non lo sono. Non conosciamo alcun corpo in quiete assoluta, poichè tutti quelli che sono situati sulla terra, si muovono con essa.

16. **Inerzia.** L'*inerzia* è la proprietà negativa, per la quale un corpo è incapace di cangiare da se stesso il proprio stato, cioè di passare dalla quiete al moto, o dal moto alla quiete, o di modificare il proprio movimento. L'inerzia dei corpi nello stato di quiete è evidente, poichè nessuno ha veduto un corpo in quiete, mettersi da se stesso in movimento. Un esempio rimarchevole della inerzia nello stato di moto, si presenta nel movimento dei pianeti. La velocità infatti, colla quale la luna compie il suo giro intorno alla terra, e quella da cui è animata la terra nel compiere la sua rivoluzione intorno al sole, sono attualmente, quali si verificarono colle prime osservazioni astronomiche.

Se alla superficie della terra noi non vediamo i corpi abbandonati a se stessi conservare la velocità

che essi hanno acquistato, ciò avviene perchè il loro movimento viene modificato o distrutto dalla resistenza dell' aria o degli altri corpi. I pianeti al contrario, muovendosi nel vuoto, restano animati dalla stessa velocità che loro fu impressa.

Capo II.

CORPI CELESTI

17. Se noi ci facciamo ad osservare la volta del cielo, o come diciamo, il firmamento, in una serena notte d'estate, lo vediamo tutto abbellito di punti luminosi, che diciamo astri o stelle. Stando semplicemente all'apparenza, si è quasi indotti ad ammettere che la metà del firmamento sia occupata dal sole, e l'altra metà dalle stelle; perchè al levare del sole, ad occhio nudo, non si vede più stella alcuna; ma l'esperienza, nel farci conoscere che in un luogo vivamente illuminato dal sole, appena si può distinguere la fiamma di una candela accesa, ci porta a dubitare che noi non vediamo nel pieno giorno gli astri, unicamente a motivo della luce infinitamente più grande del sole. Ciò viene ancor meglio confermato dalla circostanza che di buon mattino, poco prima del levar del sole, tutto il cielo scorgesi disseminato di stelle, delle quali, giunto che sia il grande astro ad illuminare l'o-

rizzonte, nemmeno una se ne osserva ad occhio nudo. Questa verità è poi portata alla sua piena certezza da ciò, che mediante un buon cannocchiale si possono vedere le stelle, anche in un giorno il più sereno.

18. Tra gli astri, alcuni si rendono visibili sempre al medesimo punto dell'orizzonte, e si tolgono alla nostra vista, conservando sensibilmente la stessa posizione; si chiamano *stelle fisse*, brillano di luce propria, e costituiscono unitamente al sole, la più gran parte dei corpi celesti.

Le stelle, secondo la loro grandezza e diversa vivacità della luce, vanno classificate in stelle di prima grandezza, di seconda, di terza, e così di seguito, fino alla sedicesima grandezza. Quelle al di sopra della sesta grandezza, invisibili ad occhio nudo, per la immensa distanza da noi, non lasciano di comparirci punti brillanti, anche vedute con telescopi.

Parecchie stelle fisse, guardate con un buon telescopio, ci compariscono *doppie*, ed alcune anche *multiple*. Ad occhio armato si scorgono anche alcune stelle fisse, le quali interrompono l'oscurità del cielo con una macchia bianchiccia, e diconsi *nebulose*. La *via lattea*, quella fascia bianca di ineguale larghezza che cinge il firmamento, guardata con un telescopio, si risolve in una infinità di stelle fisse, vicinissime, in apparenza, le une alle altre.

19. Allo scopo di facilitare in qualche modo la conoscenza dei corpi celesti, s'immagina diviso l'intero firmamento in tanti compartimenti di forme più o meno irregolari, ed all'insieme delle stelle contenute in ciascuno, si dà il nome di costellazione. Dodici sono le più notevoli costellazioni, cioè: l'*Ariete*,

il *Toro*, i *Gemelli*, il *Cancro*, il *Lione*, la *Vergine*, la *Bilancia*, lo *Scorpione*, il *Sagittario*, il *Capricorno*, l'*Acquario* ed i *Pesci*; segnano esse nel cielo una fascia che chiamasi *Zodiaco*.

20. Alcuni astri si mostrano in punti differenti dell' orizzonte, descrivendo degli archi, ora più grandi ed ora più piccoli, e cambiano posizione sia rispetto a se stessi, sia rispetto alle stelle fisse: si chiamano *pianeti*, che significa *erranti*. Il complesso dei pianeti, di cui è centro il sole, costituisce il sistema solare.

I pianeti si distinguono in *primari* e *secondari*: sono primari quelli che girano intorno al sole, come centro; secondari, quelli detti *satelliti* o *lune*, che si muovono intorno ad un pianeta primario come centro, e sono con esso trasportati nella sua rivoluzione intorno al sole. I principali pianeti del sistema solare sono: *Mercurio*, *Venere*, *Terra*, *Marte*, *Giove*, *Saturno*, *Urano* e *Nettuno*; ed i pianeti secondari o satelliti sono diciotto, dei quali uno gira intorno alla Terra, quattro intorno a Giove, sette intorno a Saturno, e sei intorno ad Urano.

Il seguente quadro farà conoscere qual sia la grandezza di ciascun pianeta per rapporto al volume della terra, quale la sua rispettiva distanza dal sole, e quali i tempi impiegati a compiere i suoi movimenti.

PIANETI	DISTANZA MEDIA DAL SOLE presa quella della TERRA - 1	VOLUME per rapporto alla TERRA	TEMPO DI ROTAZ. INTORNO al proprio asse GIORNI	TEMPO DI RIVOLUZ. intorno al Sole GIORNI	NUMERO DEI SATELLITI
Mercurio	0, 38710	0, 060	1, 06270	87, 919	=
Venere	0, 72333	0, 957	0, 97300	224, 701	=
Terra	1, 00000	1, 000	1, 00000	365, 256	1
Marte	1, 52379	0, 140	1, 02723	686, 980	=
Giove	5, 20277	1414, 357	0, 41377	4332, 585	4
Saturno	9, 53885	734, 359	0, 43700	10759, 220	7
Urano	19, 18240	81, 747		30686, 820	6
Nettuno	30, 04000	105, 154		60127, 000	=

21. Tra i corpi celesti devonsi anche annoverare le *comete, (astri chiomati)* le quali consistono in un punto più o meno lucido, che dicesi *nucleo*, circondato da una nebulosità che si protende sotto forma di una striscia luminosa *(coda)*, dalla parte opposta a quella del sole. Il loro aspetto straordinario e la loro improvvisa apparizione le facevano riguardare nei passati tempi, come un argomento di terrore, come un presagio di funesti avvenimenti; ma il progresso delle scienze astronomiche, mostrando come tali fenomeni sieno governati da leggi fisse e determinate, ha omai dissipato quei vani timori, e le comete, riconosciute veri corpi celesti, cessarono di appartenere alle accidentali esistenze.

22. **Sole.** Il *Sole*, centro del nostro sistema planetario, ci si mostra più brillante e più voluminoso di tutte le altre stelle, perchè di esse incomparabilmente a noi più vicino. Osservato col mezzo di un telescopio, il suo disco mostra alla superficie delle macchie più o meno grandi, più o meno persistenti. Si osserva inoltre, che queste macchie non mantengono una posizione fissa, ma si accostano agli orli del disco solare, quindi scompariscono per ricomparire poi sull'orlo opposto; e, siccome tali macchie si avanzano tutte nella medesima direzione, da oriente verso occidente, ed all'incirca colla velocità corrispondente alla loro posizione sulla superficie del sole, e vanno inoltre facendosi all'occhio tanto più grandi, quanto più si avvicinano al centro del disco, così è manifesto non solo che esse appartengono al corpo del sole, ma che questo astro ruota intorno ad un proprio asse; rotazione che esso compie in 25 giorni, 14 ore ed 8 minuti primi.

Ammessa, quindi, la rotazione del sole intorno ad un proprio asse, ed osservando, che esso ci si presenta sempre sotto forma circolare, dobbiamo ammettere che la sua forma sia sferica.

Secondo i calcoli più recenti il raggio del sole è valutato a 109 raggi terrestri, e quindi esso è 1300000 volte circa più grande della terra. Esso è circondato da una atmosfera trasparente e vaporosa, divisa in due strati, dei quali l'esteriore formato di nubi luminosissime, è detto *fotosfera* (sfera di luce).

23. **Terra.** La *terra* che noi abitiamo, è il terzo pianeta nell'ordine delle distanze dal sole. Essa compie il suo movimento di rivoluzione intorno al sole in 365 giorni, 6 ore, 9 minuti primi e 12 secondi, e di rotazione sopra se stessa nell'intervallo di 23 ore, 56 minuti primi e 4 secondi. In questo movimento, evidentemente i punti situati vicino all'equatore descriveranno nel medesimo tempo circoli paralelli molto più grandi di quelli descritti dai punti vicini ai poli, e tenderanno perciò ad allontanarsi con più forza dall'asse di rotazione. Da ciò il rigonfiamento della terra all'equatore e la conseguente depressione dai poli.

Dalla stessa rotazione della terra deriva l'avvicendamento del giorno e della notte. Gli abitatori infatti della parte rivolta al sole ne godranno la luce, cioè avranno il giorno, mentre quelli della parte opposta saranno immersi nelle tenebre, cioè avranno la notte: e, continuando la terra il suo movimento, la parte opposta al sole verrà gradatamente in posizione da ricevere i raggi, mentre l'altra parte passerà successivamente nella situazione opposta, e così il giorno si scambierà colla notte.

Un raggio terrestre, che dai piedi di un osservatore si prolunghi fino all' incontro della volta celeste, determina su questa un punto che dicesi *zenit*, ed il punto diametralmente opposto a questo dicesi *nadir*.

Pel piede stesso dell' osservatore conducendo un piano perpendicolare al raggio terrestre condotto a quel punto, e prolungandolo fino ad incontrare la volta celeste, il circolo che in questa traccia un tal piano, chiamasi *orizzonte*, ed è quello che un osservatore, in luogo libero ed aperto, girando intorno a se stesso, descrive col suo raggio visuale, radendo il limite visibile della volta celeste. Un tale orizzonte poi chiamasi *sensibile* per distinguerlo dall' orizzonte *razionale* il cui piano, *parallelo* al primo, passa pel centro della terra.

24. **Luna.** La *luna* è il satellite, che girando intorno alla nostra terra, la segue anche nella sua rivoluzione intorno al sole. Il tempo impiegato dalla luna a compiere la sua rivoluzione intorno alla terra, è dai 28 ai 29 giorni circa. Il suo volume non è, che un quarantanovesimo di quello della terra.

Le diverse posizioni della luna nel suo movimento intorno alla terra, fanno vedere che la sua parte illuminata è sempre rivolta verso il sole, o che ad esso opposta è la parte oscura; il che dimostra che essa è illuminata dal sole, i cui raggi luminosi dalla superficie lunare venendo intercettati e verso noi riflessi ce la rendono visibile.

Dalla osservazione di certe macchie, che si scorgono sul disco lunare, apparisce che il nostro satellite presenta alla terra costantemente lo stesso emisfero; il qual fatto rende manifesto, come la luna faccia un giro intorno al proprio asse nello stesso tempo, che impiega a com-

piere una rivoluzione intorno alla terra. È come se un uomo, tenendo la faccia costantemente rivolta verso un lume, gli girasse attorno: al termine della rivoluzione egli avrebbe compito un giro intorno a se stesso.

Facciamoci ora ad esaminare i diversi aspetti della luna, che noi diciamo *fasi*, nelle varie posizioni per rispetto al sole ed alla terra. Quando la luna si trova tra il sole e la terra, presenta a quest'ultima la metà non rischiarata, e perciò è invisibile. Ma nel suo movimento andrà presentando alla terra una parte illuminata, che andrà aumentando man mano, che essa si allontana dalla primitiva posizione, finchè, giunta in opposizione col sole, ci manifesta l'intiero suo disco illuminato, e allora diciamo che è *luna piena*. Scostandosi da quel punto, vien meno un'altra volta la parte illuminata, e la luna dicesi calante, fino a che ritorna tra il sole e la terra, presentando ancora la sua metà non illuminata.

Quando la luna trovasi situata tra la terra ed il sole in modo da intercettare i raggi luminosi, diretti da questo sulla terra, si ha *eclisse solare;* e quando la terra intercetta i raggi luminosi diretti dal sole sulla luna, si ha *eclisse lunare.*

Capo III.

GRAVITA' E PESO DEI CORPI

---

25 Tutti i corpi tendono a cadere verso terra; una tale tendenza, che chiamasi *gravità,* si ma-

nifesta, o cadendo essi realmente, o esercitando una pressione sul corpo, che ne impedisce la caduta. Gli stessi fluidi aeriformi, quantunque si sollevino nell'aria ad occuparne gli strati superiori, sono soggetti alla forza di gravità.

26. La direzione, che percorre un corpo cadendo liberamente, chiamasi *verticale*: essa viene indicata mediante un filo flessibile, da cui pende un piccolo cilindro di piombo, detto perciò *filo a piombo*.

Siccome i corpi in forza della gravità tendono verso il centro della terra, così le direzioni dei corpi cadenti dovrebbero essere convergenti; ma in luoghi fra loro non molto discosti si possono riguardare come parallele.

27. La gravità si esercita ugualmente su tutti i corpi, qualunque sia la loro natura, sia considerati nel loro tutto, come in ciascuna delle parti, da cui risultano formati. Che se noi vediamo continuamente corpi di differente densità, abbandonati a se stessi, percorrere entro uguali intervalli di tempo, spazi disuguali, ciò deve attribuirsi all'aria atmosferica, la quale oppone tanto minore resistenza, quanto maggiore è la densità del corpo che cade.

Questa verità, provata per la prima volta da Galileo, si può anche dimostrare colla seguente esperienza.

Si prende un lungo tubo di vetro (fig. 3) chiuso da un capo, e munito dall'altro di un rubinetto, dal quale, mediante la macchina pneumatica, si può estrarre l'aria. Vi si introducono dei piccoli corpi di differente materia, come una pallottola di piombo, una piumetta, un pezzettino di carta, e quindi vi si estrae l'aria. Capovolgendo allora il tubo rapi-

damente, si vedranno tutti quei corpi cadere al fondo nel medesimo istante.

28. **Peso.** La pressione che un corpo esercita sopra un ostacolo, che ne impedisce la caduta, chiamasi il suo *peso*.

Il peso di un corpo, non avuto riguardo al suo volume, dicesi *assoluto*, ed è quello che si determina a mezzo della bilancia, mentre dicesi *peso relativo o specifico*, il rapporto tra il peso assoluto di un corpo, ed il peso di un egual volume di acqua distillata alla temperatura di 4 gradi sopra lo zero.

29. **Principio d'Archimede.** Così si enuncia il principio di Archimede: *Un corpo immerso in un liquido perde tanto del suo peso, quanto è il peso del liquido da esso corpo spostato.*

Per verificare coll'esperienza il principio di Archimede, si prende un cilindro metallico *a* (fig. 4) ed un secondo cilindro cavo, *b* la cui interna capacità corrisponda esattamente al volume del primo. Adattati l'uno al disotto dell'altro ad un uncino fissato al di sotto di un piatto di una *bilancia idrostatica*, si fa l'equilibrio, mediante dei pesi collocati nel piatto opposto. Ciò fatto, si dispone al disotto dei due cilindri un vaso pieno d'acqua in modo, che il cilindro *a* rimanga totalmente immerso. Non appena il cilindro *a* si sarà immerso di qualche poco nell'acqua, la bilancia discenderà dalla parte opposta: ma basta versare dell'acqua nel cilindro cavo *b* per ristabilire l'equilibrio; il quale, ove il cilindro *a* sia totalmente immerso nell'acqua del vaso, non si ristabilisce che dopo riempito totalmente il cilindro *b*. Dunque il

corpo *a* immerso nell'acqua perde una parte del suo peso equivalente al peso dell'acqua da esso spostata.

30. **Determinazione del peso specifico dei corpi.** Il principio di Archimede somministra il mezzo per determinare il peso specifico dei corpi. Infatti, trovato prima, mediante la bilancia, il peso assoluto di un corpo, si avrà il peso di un egual volume di acqua dalla perdita di peso, che esso corpo farà pesandolo immerso nell'acqua. Dividendo quindi il peso assoluto del corpo per la perdita di peso da esso sofferta nell'immersione, si ottiene un quoziente, che rappresenta il peso specifico cercato.

PRESSIONE ATMOSFERICA.

31. **Pressione atmosferica.** L'aria atmosferica esercita una pressione su tutti i corpi, coi quali si trova a contatto. Tra le tante esperienze che servono a rendere evidente una tale pressione, ne accenneremo due, delle quali la prima, detta del *crepa–vescica*, serve a dimostrare la pressione, che l'aria atmosferica esercita dall'alto al basso; e la seconda degli *emisferi* di *Magdeburgo*, dovuti ad Ottone de Guericke, e così chiamati dal nome della città, ove furono inventati, serve a dimostrare, che questa pressione si esercita in tutti i sensi.

32. **Crepa-vescica.** Si prende un ampio tubo di vetro, (fig. 5) e se ne ricopre una apertura

con una sottile membrana di vescica. Applicata quindi l'altra al piatto di una macchina pneumatica, a misura che si andrà estraendo l'aria della capacità del recipiente, la superficie esterna della vescica, che prima era piana, si andrà facendo alquanto concava pel peso dell'aria che le sovrasta, fino a tanto che non potendo più cedere, verrà squarciata con gran rumore, dovuto alla violenza, colla quale l'aria va ad occupare il recipiente.

33. **Emisferi di Magdeburgo.** Si prendono due emisferi di ottone, i cui margini spalmati di sego combacciano esattamente tra loro in modo da costituire un globo. Uno dei due emisferi è munito di un condotto che può fissarsi al tubo di una macchina pneumatica, e che si può chiudere ed aprire mediante un rubinetto. Estratta l'aria, i due emisferi si troveranno avere un tal grado di aderenza scambievole, da opporre, quando si tenti di separarli, una forte resistenza dovuta alla vigorosa pressione dell'aria esteriore contro la convessità dei due emisferi, la quale fa sì che aderiscano l'uno all'altro, quasi fossero saldati tra loro.

34. **Esperienza di Torricelli.** Le esposte esperienze servono a confermare la verità della pressione, che esercita l'aria atmosferica; ma ad Evangelista Torricelli, discepolo di Galileo, era riservato il valutarne anche la misura.

Egli prese un tubo di vetro (fig. 6) lungo circa 80 centimetri, chiuso da un capo e dall'altro aperto; lo riempì completamente di mercurio, e, tenendo chiusa l'apertura con un dito, lo capovolse in una vaschetta contenente pure del mercurio. Levato il dito, il mercurio invece di scendere tutto nella

vaschetta, si arrestò all'altezza di 76 centimetri dalla superfice del mercurio contenuto nella vaschetta stessa, lasciando nella parte superiore del tubo un vuoto, che fu detto *vuoto torricelliano*. Tale altezza del mercurio nel tubo è dovuta alla pressione, che l'aria atmosferica esercita sulla superficie del mercurio della vaschetta, e che viene trasmessa al mercurio del tubo. Si deduce quindi da ciò che, posta l'apertura del tubo di un centimetro quadrato di superficie, la pressione esercitata dall'aria atmosferica equivale al peso di una colonna di mercurio avente per base un centimetro quadrato e per altezza 76 centimetri. E siccome una tal colonna di mercurio pesa Chil. 1,033, così a tanto corrisponde la pressione atmosferica esercitata sopra un centimetro quadrato di superficie.

35. **Barometro.** L'apparato così ideato da Torricelli chiamasi *barometro*, e serve a misurare la pressione atmosferica.

Siccome poi la pressione atmosferica diminuisce, quanto più si ascende, ne viene che il livello del mercurio nel tubo barometrico si abbassa tanto più quanto maggiore è l'altezza a cui vien portato lo strumento. Da ciò l'applicazione del barometro alla misura delle altezze delle montagne. Si calcola in media, che ad ogni abbassamento di un millimetro del livello del mercurio, corrisponde un innalzamento nell'atmosfera di 10, 47 metri.

Il barometro da noi descritto (fig. 12) porta il nome di *barometro a pozzetto*, per distinguerlo dal *barometro a sifone* nel quale il tubo è ricurvo nella parte inferiore e porta la parte aperta molto più corta dell'altra.

36. **Globi aerostatici.** Il principio di Archimede serve anche a spiegare il fatto dell'innalzamento dei *globi aerostatici*. Se il peso di un corpo, infatti, è minore del peso dell'aria spostata, esso s'innalzerà nell'atmosfera, come si solleva e viene a galla un pezzo di sughero immerso nell'acqua. Condizione adunque necessaria per l'innalzamento di un globo aerostatico si è, che esso deve pesare meno di un egual volume di aria. Ciò si può ottenere in due modi, o riscaldando l'aria del globo per cui dilatandosi esso diviene più leggiero, oppure riempiendo il globo (fig. 8) con un gas molto più leggiero dell'aria, qual è l'idrogeno.

I primi ad innalzarsi in un globo aerostatico furono i fratelli Montgolfier, fabbricatori di carta, nella piccola città di Annonay, il 5 giugno 1783.

Capo IV.

DEL SUONO

---

37. **Suono.** Il *suono* è il risultato del moto vibratorio impresso ai corpi elastici e trasmesso al nostro orecchio dall'aria atmosferica o da qualche altro mezzo elastico.

38 Ad intendere come avvenga la produzione del suono, si immagini una spranga metallica fissa per la sua estremità inferiore sopra un sostegno. Spostando

colla mano l'estremità superiore ed abbandonandola quindi a se stessa, essa ritorna alla sua posizione primitiva, per la velocità acquistata la oltrepassa, per ritornarvi di nuovo dopo un certo numero di oscillazioni di ampiezza sempre decrescente. Quando tali oscillazioni sono assai rapide, diconsi *vibrazioni*, e sono quelle che producono il suono.

Per provare poi che ogni corpo che produce suono, si trova in uno stato di vibrazione, basta applicare un dito ad una campana che suona, per accorgersi che essa eseguisce una moltitudine di vibrazioni che si succedono con estrema rapidità. Spargendo sopra una lastra metallica dell'arena e facendo passare un archetto da violino sopra un suo spigolo in modo da eccitare nella lamina un suono, si vede tosto l'arena mettersi in movimento, e ciò in causa delle vibrazioni impresse dall'archetto alla lamina stessa.

39. **Il suono non si propaga nel vuoto.** Si prova che il suono non si propaga nel vuoto, collocando sotto il recipiente di una macchina pneumatica (fig. 9) una soneria d'orologio, sorretta da un corpo molle, affinchè le vibrazioni non si comunichino alle sottostanti parti della macchina. A misura che si estrarrà l'aria del recipiente, il suono si andrà affievolendo, finchè, ottenutosi il vuoto, non si udrà più suono alcuno; facendo poi rientrare a poco a poco l'aria, il suono, da principio debole, si andrà facendo sempre più distinto e raggiungerà la intensità primitiva, quando l'aria del recipiente avrà riacquistato la densità che avea in sul principio dell'esperienza.

Ciò prova che per avere il suono non basta che le parti del corpo sonoro sieno in uno stato di

vibrazione, ma è necessario che tra esso corpo e l'organo dell'udito siavi un corpo elastico capace di trasmettere le vibrazioni.

40. **I solidi ed i liquidi trasmettono il suono.** L'aria è comunemente il mezzo pel quale si trasmettono i suoni; ma siccome tutti i corpi tanto liquidi che solidi sono pure compressibili ed elastici, e per conseguenza possono entrare in vibrazione, così tutti servono per comunicare il suono, e non differiscono tra loro che per la intensità e velocità con cui lo trasmettono. Due pietre, per esempio, che vengono percosse sotto acqua, ne fanno sentire il rumore e dentro e fuori della medesima. Un nuotatore, immerso nell'acqua, sente distintamente il suono prodotto al di fuori. Appoggiando l'orecchio ad una estremità di una lunga trave e ponendo in contatto dell'altra un orologio da tasca, il suo moto ci riesce più sensibile di quello che se ci fosse trasmesso per mezzo dell'aria. Da queste proprietà che godono i legni di essere buoni conduttori del suono, deriva la loro applicazione nella costruzione degli strumenti musicali.

41. **Velocità del suono.** Il suono non si trasmette istantaneamente dal corpo sonoro a qualunque punto dello spazio. Se in tempo di notte si osserva il tiro di un cannone, si vede la fiamma prodotta dall'esplosione della polvere, prima che si senta il rumore dello sparo. E siccome la trasmissione della luce è tanto rapida che in tutte le distanze terrestri può considerarsi come istantanea, così l'intervallo di tempo che passa fra l'istante in cui si vede la fiamma e quello in cui si ode il rumore può prendersi pel tempo che il suono impiega per ar-

rivare dal luogo del cannone a quello dell'osservatore. La velocità del suono altro non è che lo spazio da esso percorso nell'intervallo di un minuto secondo. Secondo i risultati di molte esperienze istituite dai fisici, nell'aria, a 16° centigradi, il suono percorre 337 metri per ogni minuto secondo.

42. Ripercussione del suono. Parlando fortemente in faccia di un ostacolo, come sarebbe un edificio od un monte situato a qualche distanza, si sente una ripetizione delle parole; il qual fenomeno, dovuto alla ripercussione o riflessione che le onde sonore subiscono, giunte all'ostacolo, costituisce l'*eco*.

Alcune volte l'eco non riproduce che l'ultima sillaba, ma se la distanza dell'ostacolo ripercotente dall'oggetto sonoro e dall'orecchio aumenti, esso riprodurrà, oltre l'ultima, anche la penultima, la terzultima ecc.

Quando l'onda sonora incontra più ostacoli, si ha l'*eco multipla*, che ripete più volte il medesimo suono. È rimarchevole a questo riguardo l'eco multipla che si osserva nella villa Simonetta presso Milano; essa è prodotta da due muri paralleli che ripetono la stessa voce, per ben quaranta volte consecutivamente. Nelle vicinanze di Verdun si trova un'eco, che ripete dodici o tredici volte lo stesso suono: esso viene riflesso da due torri tra le quali bisogna collocarsi, e che sono distanti tra loro circa cinquanta metri.

Capo V.

CALORICO

43. **Calorico.** Il *calorico* è quell'agente fisico, che, penetrando in tutti i corpi, desta nel nostro la sensazione di caldo o di freddo.

44. Allorchè i corpi che noi tocchiamo sono più di noi riscaldati, il calorico, sfuggendo da essi e passando in noi, ci fa provare la sensazione del caldo; ed all'opposto, pel contatto o vicinanza di corpi meno di noi riscaldati, proviamo la sensazione di freddo o perdita di calore. Da ciò è manifesto che i corpi ci si presentano in uno dei differenti stati di caldo o di freddo, relativamente ai corpi coi quali comunicano. Così se si riscalda una mano coll'immergerla in un vaso d'acqua riscaldata agli ottanta gradi, e si raffredda l'altra ponendola nell'acqua alla temperatura di zero gradi o nel ghiaccio, ponendole ambedue in un vaso d'acqua riscaldata ai quaranta gradi, questa sembrerà fredda alla mano calda, e calda alla mano raffreddata. Per la stessa ragione l'acqua di un pozzo e l'aria di una cantina, sebbene allo stesso grado di riscaldamento in qualunque stagione, tuttavia sembrano calde d'inverno e fredde l'estate per rapporto agli altri corpi circostanti relativamente più freddi o più caldi.

DILATAZIONE DEI CORPI.

45. **Dilatazione.** Allorquando un corpo, sia esso solido, liquido od aeriforme, viene riscal-

dato, il suo volume aumenta, mentre per lo contrario esso diminuisce se viene raffreddato. Nel primo caso si dice che il corpo si *dilata*, e nel secondo che si *restringe*.

46. Dilatazione dei corpi solidi. Dei corpi solidi può considerarsi la dilatazione secondo una sola dimensione, ed allora dicesi *dilatazione lineare*; oppure secondo tutte e tre le dimensioni, nel qual caso essa dicesi *dilatazione cubica*.

A provare la dilatazione lineare dei corpi solidi, si prende un'asta metallica *a b* (fig. 10) fissa coll'estremità *b* ad un sostegno, mediante una vite di pressione *v*, mentre coll'altra, che è libera, trovasi a contatto col braccio minore di un indice girevole intorno ad un quadrante graduato. Accendendo dell'alcool contenuto nel sottoposto serbatoio cilindrico *m*, l'asta riscaldandosi e perciò dilatandosi, spinge coll'estremità *a* l'indice, il quale obbligato a girare intorno al quadrante, segna su questo il grado corrispondente alla quantità, di cui l'asta stessa si è dilatata.

Raffreddando l'asta, essa si restringe, e l'indice ritorna alla posizione primitiva.

La dilatazione cubica si prova mediante la seguente esperienza. Si prende una sfera metallica, (fig. 11) la quale alla temperatura ordinaria passa esattamente attraverso un anello pure di metallo. Riscaldata la sfera, ne verrà impedito il passaggio, in causa dell'aumento di volume subito in forza del calorico; ma dopo qualche tempo essa cade, essendosi contratta in causa del raffreddamento.

La dilatazione, che i corpi subiscono in forza del calorico, dà luogo a molti fatti di pratica applicazione.

Le spranghe che formano i binari delle ferrovie, si collocano a qualche distanza tra loro, poichè dilatandosi pei forti calori estivi, si spingerebbero le une contro le altre in modo da scomporre le linee. Il fabbricatore di carrozze riscalda fortemente i cerchi prima di adattarli alle ruote, perchè col dilatarsi si adattano più facilmente, e col contrarsi pel successivo raffreddamento, obbligano i vari pezzi componenti la ruota a connettersi strettamente tra loro.

Alcuni corpi sembrano fare eccezione alla legge generale della dilatazione. L'argilla, per esempio, posta al fuoco si contrae: ma ciò avviene per la evaporazione dell'umidità che trovasi nei suoi pori, tolta la quale, le molecole per la propria elasticità si ravvicinano, ed il corpo, quando venga raffreddato, non riprende più il volume primitivo.

47. Dilatazione dei corpi liquidi. Si prova che i corpi liquidi, in forza del calorico, si dilatano prendendo un tubo rigonfio alla sua estremità chiusa, e introducendovi un liquido qualunque, per esempio dell'acqua. Riscaldando questa anche di pochi gradi, essa si innalza sensibilmente nel tubo.

L'innalzamento per altro del liquido non somministra con precisione la quantità, di cui esso si è dilatato, dovendosi anche tener conto della dilatazione del vaso, in cui è contenuto. Perciò nei liquidi devesi distinguere la dilatazione *reale* dalla *apparente*. Si dice *reale* la dilatazione che è propria del liquido, cioè quella che esso mostrerebbe in un vaso, che non variasse il suo volume per l'aumento di calore, ed *apparente* quella che esso mostra in un vaso, esso pure dilatabile, e che varia al variare della natura del vaso stesso.

48. Dilatazione dei corpi aeriformi. I corpi aeriformi, per la loro elasticità sono di gran lunga più dilatabili dei solidi e dei liquidi. Si prova la dilatazione prodotta dal calore in un corpo aeriforme, introducendo una certa quantità di esso corpo in un sottile tubo di vetro, terminante in una bolla, e separandolo dall'aria esteriore mediante una goccia di mercurio. Il solo calore della mano applicata alla bolla, è sufficiente per far dilatare il corpo su cui si opera, il quale obbliga la goccia di mercurio a portarsi più in alto.

49. Misura della temperatura - Termometri. La temperatura di un corpo è il grado di calore, che esso corpo presenta ai nostri sensi.

Sulla dilatazione che il calore produce nei corpi, si fonda la costruzione dei *termometri*, che sono istrumenti destinati a misurare le varie temperature. Consiste il termometro in un tubo capillare, lungo circa 25 centimetri, e terminante in una bolla. Un liquido, ordinariamente il mercurio, riempie la bolla e parte del tubo. Quando la temperatura s'innalza, il liquido si dilata, ed il suo livello nel tubo si eleva tanto più, quanto più piccolo è il diametro del tubo, in confronto di quello della bolla.

Le varie mutazioni vengono misurate da una scala (fig. 7) invariabilmente congiunta al tubo, e divisa in un numero più o meno grande di parti uguali che diconsi gradi, cioè in 80 nel termometro di Réaumur, in 100 in quello di Celsio, ed in 212 in quello di Faherenheit. Le scale dei due primi si accordano insieme nei punti estremi; poichè in essi lo zero segna la temperatura del ghiaccio che

si fonde, ed il punto più alto segna quella dell'acqua bollente. Nel terzo invece, la temperatura dell'acqua bollente è indicata da 212, mentre lo zero serve ad indicare il freddo prodotto da un miscuglio di neve e sale ammoniaco a parti uguali. In questo termometro il grado 32 corrisponde allo zero degli altri due. Perciò i gradi dei tre termometri stanno tra loro come 80: 100: 180, ossia come 4: 5: 9; per cui riesce facilissimo il ridurre i gradi dell'uno in quelli dell'altro.

Alcuni termometri si costruiscono ad alcool; ma a questo è preferibile il mercurio, perchè sopporta più elevata temperatura, non passando esso in ebullizione che a 360° centigradi, e perchè non si solidifica che a 48° sotto lo zero; inoltre non presenta adesione colle pareti del tubo, e si dilata molto più regolarmente dell'alcool.

50. **Pirometro di Vedgewood.** Il pirometro di Vedgewood, destinato a misurare le alte temperature, è fondato sulla proprietà che ha l'argilla, di diminuire di volume a misura che la sua temperatura si eleva, e di conservare questa diminuzione anche dopo il raffreddamento. Esso consiste in due regoli metallici, fissi sopra una tavoletta dello stesso metallo, e formanti tra di loro un angolo assai piccolo. Per dare all'istrumento minore lunghezza, si colloca un terzo regolo in modo, che esso formi coll'intermedio un angolo uguale a quello formato dai due primi, diretto nello stesso senso in guisa che l'apertura maggiore del secondo angolo, che è uguale all'apertura minore del primo, si trovi in parte opposta a questa. La lunghezza totale dei due spazi angolari è divisa in 240 gradi.

Per usare questo istrumento si preparano dei piccoli cilindri d'argilla di un volume tale, che all'ordinaria temperatura possano entrare nel vano dei due primi regoli fino a zero gradi. Si misura quindi la temperatura, per esempio, di una fornace, introducendovi uno di questi cilindretti, il quale, portato alla temperatura dell'ambiente, subisce un restringimento permanente tanto più grande, per quanto più elevata è la temperatura. Raffreddato il cilindretto e portato nell'istrumento, in causa del restringimento, esso passa al di là dello zero, ed il punto in cui si arresta, indica, in gradi del pirometro, la temperatura della fornace in cui fu collocato.

CAMBIAMENTO

DI STATO DEI CORPI.

51 I corpi, oltrechè dilatarsi in forza del calorico, possono anche, per un successivo aumento di temperatura, mutare di stato. Riscaldando sufficientemente un corpo solido, esso si fonde, cioè passa allo stato liquido, e questo, riscaldato successivamente, si dilata per passare poi allo stato aeriforme. Per lo contrario, per una diminuzione di calore, un corpo aeriforme si trasforma in liquido, e questo, per un successivo raffreddamento, si porta allo stato solido.

52. **Fusione.** Chiamasi *fusione* il passaggio di un corpo dallo stato solido al liquido, per opera del calorico.

Tutti i corpi si fondono ad una temperatura fissa, che costituisce il loro *punto di fusione*; una tale temperatura si mantiene costante fino a fusione terminata. In un recipiente ripieno di ghiaccio frantumato collocando un termometro, esso segnerà zero, e benchè il recipiente venga riscaldato, il termometro continuerà a segnare zero, finchè sia compiuta la fusione del ghiaccio. Il calorico adunque comunicato veniva assorbito dal ghiaccio, per potersi fondere. Un tal calorico, che viene assorbito dai corpi, durante la loro fusione, e che non si manifesta al termometro, chiamasi *latente*. Un aumento di calore non contribuirebbe all'innalzamento della temperatura del corpo, ma solo ne accelererebbe la fusione. Mescolando un chilogramma di acqua alla temperatura di 80° centigradi con un chilogramma di ghiaccio a zero gradi, il ghiaccio si fonde, e si ottengono due chilogrammi di acqua a zero gradi. Dunque un chilogramma di ghiaccio nella fusione assorbe 80 gradi di calore.

Si chiamano *refrattari* quei corpi, i quali coi mezzi attualmente conosciuti, non si sono ancora potuti fondere. Essi non sono infusibili, che relativamente alla potenza dei mezzi che sono in nostro potere, potendosi ogni sostanza fondere, quando si abbia il modo di ottenere il calore a ciò necessario e nel tempo stesso il modo di preservare la sostanza dalle alterazioni, che un tal calore potrebbe cagionarvi. Il legno, per esempio, non si fonde, perchè prima di giungere ad una temperatura a ciò sufficiente, si decompone nei suoi elementi. Il mezzo più potente per avere un'alta temperatura, capace di fondere molti tra i corpi, ritenuti prima refrattari, è la corrente elettrica.

53. **Solidificazione.** La *solidificazione* è il passaggio di un corpo dallo stato liquido allo stato solido, per un conveniente abbassamento di temperatura.

Tutti i corpi si solidificano ad una temperatura fissa, che è la stessa del loro punto di fusione. Questa temperatura si mantiene costante fino a che il liquido si è totalmente solidificato. Alcuni corpi si possono mantenere allo stato liquido anche ad una temperatura inferiore al loro punto di fusione, e ciò quando il raffreddamento avviene lentamente, ed il liquido è mantenuto in perfetta tranquillità. L'acqua, per esempio, può giungere fino a 12 gradi sotto lo zero senza congelarsi, nel qual caso basta la più piccola scossa per farla passare immediatamente allo stato solido.

Il calore assorbito dal corpo solido nella fusione si rende sensibile nella solidificazione del liquido. L'acqua, nel momento della sua congelazione, abbandona tutto il calore, di cui il ghiaccio abbisogna per diventar liquido. Ciò spiega, come durante il tempo in cui nelle alte regioni dell'atmosfera, pel congelamento dei vapori, si va formando la neve, la temperatura si fa più mite; mentre dopo caduta, si manifesta più fredda, in causa del calore, che le viene sottratto dalla neve che si va fondendo.

Siccome i corpi per un abbassamento di temperatura diminuiscono in volume, così ne viene che un liquido presenterà il massimo di sua densità al momento della sua solidificazione. L'acqua invece presenta un fenomeno singolare. Fino ai 4 gradi essa regolarmente diminuisce in volume; ma da questo punto discendendo, invece di condensarsi, essa

si dilata fino a zero gradi, cioè fino al punto di sua congelazione. Il massimo di densità dell'acqua è adunque ai 4 gradi. Da ciò si spiega, come il ghiaccio galleggi sopra l'acqua, e come essa, per l'aumento in volume che acquista congelandosi, faccia scoppiare i recipienti che la contengono. A questa proprietà dell'acqua sono anche dovute le screpolature e le spaccature, che si vedono sulle montagne.

54. **Vaporizzazione.** Dicesi *vaporizzazione* il passaggio di un corpo dallo stato liquido allo stato aeriforme. Dicesi *evaporazione*, quando avviene lentamente ed alla sola superficie liquida, ed *ebullizione*, quando si effettua rapidamente, con agitazione di tutta la massa liquida.

Vediamo, come avvenga l'ebullizione dei liquidi. Collocando sul fuoco un recipiente pieno d'acqua, lo strato inferiore del liquido che primo si riscalda, si dilata, e, fatto più leggiero, si porta alla superficie, mentre gli altri strati si portano successivamente al fondo per innalzarsi alla lor volta, dopo riscaldati. Questo movimento continua lentamente, fino a che l'acqua abbia raggiunto una temperatura sufficiente per comunicare ai vapori, che si vanno formando, una forza espansiva, capace di vincere la pressione atmosferica. Sprigionandosi allora da tutti i punti della massa liquida, essi la mettono in sconvolgimento, producendo così il fenomeno dell'ebullizione.

Quando sia costante la pressione atmosferica, tutti i liquidi si mettono in ebullizione ad una temperatura fissa e che rimane invariabile, fino a che tutto il liquido è passato allo stato aeriforme. Ma se la pressione diminuisce, l'ebullizione avviene ad

una più bassa temperatura. Così l'acqua, che all'ordinaria pressione bolle a 100 gradi, sul monte Bianco, dove minore è la pressione, bastano 84 gradi di calore, per farla passare in ebullizione.

Qualunque liquido, nel passare allo stato aeriforme assorbe una certa quantità di calorico, che si rende latente. Infatti basta bagnarsi una mano con dell'etere per sentirla tosto fredda, e ciò perchè questo corpo, passando prontamente allo stato di vapore, toglie alla mano parte del suo calore. Ciò spiega il freddo, che proviamo, quando d'inverno ci sentiamo le vesti bagnate, e come, per rendere fresche le stanze, bagniamo il pavimento con acqua.

55. Liquefazione dei corpi aeriformi. La *liquefazione* od anche *condensazione* è il passaggio di un corpo dallo stato aeriforme allo stato liquido. Questo passaggio dipende non solo da un abbassamento di temperatura, ma anche da un aumento di pressione.

Quando un corpo aeriforme diventa liquido emette il suo calorico latente. Si può facilmente constatare questo fatto, facendo passare del vapore acqueo entro un recipiente contenente dell'acqua alla temperatura ordinaria. Il vapore a contatto dell'acqua si condensa, passa allo stato liquido, cedendo ad essa del suo calore, ed elevandone perciò la temperatura. Da ciò la costruzione dei *lambicchi*, che servono per la *distillazione*.

PROPAGAZIONE

DEL CALORICO.

56. Il calorico si propaga per *contatto*, per *conducibilità* e per *irradiazione*.

57. **Propagazione del calorico per contatto.** Allorquando due corpi differentemente caldi vengono posti a contatto, il più caldo cede all'altro parte del suo calore, finchè sia indotto tra loro l'equilibrio. Ecco perchè al contatto della nostra mano, alcuni corpi si manifestano caldi ed altri freddi; mentre i primi cedono parte del loro calore, i secondi lo tolgono.

58. **Propagazione del calorico per conducibilità.** Prendendo due aste, l'una di legno e l'altra di metallo, e tenendole in mano per una estremità, se accostiamo l'altra al fuoco, dopo qualche tempo siamo costretti ad abbandonare la seconda, che si sarà riscaldata in tutta la sua lunghezza, mentre la prima non manifesta alla mano alcuna differenza di calore. Noi diciamo allora, che l'asta metallica conduce bene il calorico, e che quella di legno non lo conduce, o lo conduce assai lentamente. I corpi, che trasmettono prontamente il calorico attraverso le loro molecole, diconsi *buoni conduttori*, e *cattivi conduttori* quelli, che non lo trasmettono che assai lentamente. Tra i corpi solidi i più buoni conduttori sono i metalli, e cattivi conduttori le terre, la lana ecc. i liquidi, sono tutti cattivi conduttori, eccettuato il mercurio.

59. Esperienza di Ingenhousz. L'apparecchio di Ingenhousz serve a paragonare la diversa attitudine, che hanno i corpi, di trasmettere il calorico attraverso le loro molecole.

Si adattano ad una parete di una cassetta metallica (fig. 13) alcune verghette uguali, ma di differenti sostanze, come platino, oro, argento, legno ecc., e si ricoprono con un leggiero strato di cera. Versando dell'acqua bollente nella cassetta, dopo qualche tempo, la cera si fonde sopra le verghette a differenti distanze dalla parete, a cui sono applicate. Evidentemente la conducibilità delle varie verghette è tanto maggiore, per quanto più estesa è la parte sulla quale la cera è stata fusa.

La differente conducibilità dei corpi pel calorico spiega come le lane ci tengano più caldi che le altre stoffe, come le sementi nei campi coperti di neve vengano preservate dagli effetti del gelo, e come i vasi destinati a stare sul fuoco debbano portare una impugnatura di legno per essere maneggiati. La provvida natura ha fornito tanto più fitte penne e tanto più lungo e folto pelo agli animali, per quanto più freddo è il clima, sotto cui passano la loro vita.

60. Propagazione del calorico per irradiazione. Il calorico non si propaga solo per contatto o per conducibilità, ma passa anche da un corpo all'altro attraverso lo spazio. Infatti, se un corpo trovasi collocato a qualche distanza da un altro che abbia una più alta temperatura, il corpo più freddo si va gradatamente riscaldando fino a che raggiunge la temperatura dell'altro.

Questa maniera di propagarsi del calorico chiamasi *irradiazione*, ed il calorico che nel detto modo si propaga, dicesi *raggiante*.

L'intensità del calorico, che un corpo riceve per irradiazione, dipende:

1° Dalla *fonte* da cui il calorico emana.

2° *Dalla distanza.* L'intensità del calorico raggiante è in ragione inversa dei quadrati delle distanze. Se una fonte di calore, posta alla distanza di un metro da un oggetto, lo riscalda con una data intensità, posta invece alla distanza di due metri, l'intensità sarà la quarta parte della prima, alla distanza di tre metri sarà la nona parte ecc.

3° *Dalla obbliquità dei raggi.* Quanto maggiore è l'obbliquità dei raggi che da una fonte di calore vanno ad un oggetto, tanto minore è l'intensità con cui questo viene riscaldato. A convincersi di ciò basta fare la seguente considerazione. Se si taglia un cilindro con un piano perpendicolare all'asse, la sezione che se ne ottiene è un circolo, ma se invece se lo taglia con un piano obbliquo all' asse, la sezione è tanto più grande quanto maggiore è l'obbliquità di esso piano all'asse. Ne viene quindi che quanto più obbliquamente una fonte di calore manda i suoi raggi ad un piano, tanto più estesa è la superficie riscaldata. Resta perciò provato a tutta evidenza, che, data la stessa fonte di calore, quanto più grande è la superficie sopra cui il calore si espande, tanto minore è l' intensità con cui essa viene riscaldata.

61. **Dei varii poteri dei corpi per rispetto al calorico.** Tre sono i poteri che possono manifestare i corpi pel calorico, cioè: il *potere emissivo*, l'*assorbente*, ed il *riflettente.*

Dicesi potere emissivo la facoltà che hanno i

corpi di emettere una certa quantità di calorico, con abbassamento della propria temperatura. Chiamasi potere assorbente l'attitudine che hanno i corpi di ammettere nel loro interno una certa quantità di calorico, con innalzamento della propria temperatura. Potere riflettente è la proprietà che hanno i corpi a superficie levigata e pulita di rimandare una parte di calorico che ricevono da altri corpi.

La quantità di calorico che emette un corpo dipende non solo dalla sua temperatura, ma anche dalla levigatezza e dal colore della sua superficie. Presi infatti due vasi di ugual forma e grandezza, le cui faccie sieno coperte di sostanze differenti, e riempiti di acqua bollente, l'uno si raffredda prima dell'altro; ciò prova che il potere emissivo del primo supera quello del secondo.

La quantità di calorico che un corpo può assorbire dipende generalmente dalla sua superficie. Basta infatti ricoprire la bolla di un termometro successivamente con sostanze di differente natura e colore, e farvi cadere una quantità costante di calorico; sarà tanto più assorbente la sostanza per quanto più il termometro s'innalzerà. Le sostanze scabre o di colore oscuro sono quelle che più facilmente assorbono il calorico.

I corpi non assorbono tutto il calorico che loro è trasmesso, ma, secondo la levigatezza e colore della loro superficie, ne riflettono una certa quantità. I corpi lucidi e puliti, e quelli di colore chiaro, riflettono più degli altri il calorico. Il potere riflettente dei corpi è in ragione inversa del loro potere assorbente; è evidente infatti, che quanto maggior copia di calore un corpo riflette, tanto meno ne

assorbe. Il potere emissivo poi è in ragione diretta del potere assorbente. Ciò si prova collocando un corpo in un luogo vuoto e mantenuto a temperatura differente; esso impiega lo stesso tempo a riscaldarsi ed a raffreddarsi di un ugual numero di gradi.

Le proprietà che possedono i differenti corpi di assorbire o di riflettere il calorico può servire a spiegare molti fatti. La neve, esposta ai raggi diretti del sole, non si fonde che assai lentamente, perchè essa li riflette; ma, se la si ricopre di carbone polverizzato, la fusione avviene assai rapidamente, perchè il carbone assorbe in massimo grado il calorico.

Nell'estate si preferiscono i vestiti di stoffe bianche, perchè esse riflettono una grande quantità di calorico, mentre le nere si consigliano l'inverno, per la loro proprietà di assorbirlo.

62. **Diatermaneità.** Alcuni corpi invece di assorbire il calorico che ricevono, lo lasciano passare attraverso le loro molecole, ed altri lo arrestano: i primi diconsi corpi *diatermani* ed i secondi *atermani.* Tra i corpi diatermani devesi annoverare l'aria atmosferica, la quale si lascia attraversare dai raggi solari, senza che perciò ne venga riscaldata. Ciò spiega come le vette delle alte montagne, anche nella zona temperata, sieno coperte da perpetue nevi.

Un fatto degno di considerazione si è che alcuni corpi i quali difficilmente si lasciano attraversare dalla luce, godono della proprietà della diatermaneità, mentre corpi, che sono trasparenti per la luce, arrestano i raggi calorifici.

Il nero fumo, per esempio, che è opaco per la luce, si lascia attraversare dai raggi calorifici, mentre una lastra di allume, quantunque sia trasparente, li arresta.

IGROMETRIA.

63. Esponendo all'aria un vaso contenente dell'acqua gelata, si vede dopo qualche tempo la parete esterna ricoprirsi di un leggiero velo, formato da una infinità di goccioline d'acqua, dovute al vapore acqueo, contenuto nell'atmosfera, il quale a contatto di un corpo più freddo, si è condensato.

La parte della fisica che ha per oggetto di valutare la quantità di vapore acqueo contenuto nell'atmosfera dicesi *igrometria*.

La quantità di vapore acqueo, necessario alla saturazione dell'atmosfera, varia col variare della temperatura, abbisognandone tanto più per quanto più essa è elevata. Può quindi l'aria essere umida con piccola quantità di vapore, quando la temperatura è bassa, mentre ad una temperatura più elevata, con una maggior quantità di vapore, l'aria può essere molto secca.

La umidità dell'aria esercita una azione su molte sostanze organiche. Il legno, per esempio, i peli degli animali e le membrane si allungano per l'umidità, mentre le funi ritorte si gonfiano e si accorciano.

64. **Igrometri.** Gli *igrometri* sono istrumenti destinati a misurare lo stato igrometrico dell'atmosfera. Si può misurare lo stato igrometrico dell'atmosfera:

1° Col *metodo chimico*, che consiste nel raccogliere il vapore contenuto in un determinato volume di aria.

2° Coll'*assorbimento*, mediante l'allungamento che l'umidità produce in alcune sostanze organiche.

3° Colla *condensazione*, determinando la temperatura alla quale bisognerebbe abbassare l'aria, perchè essa si trovasse satura colla quantità di vapore che trovasi in essa.

4° Mediante il *Psicometro* d'*August*, colla osservazione delle temperature date simultaneamente da due termometri, l'uno a bolla secca e l'altro a bolla inumidita.

Noi ci contenteremo di dare un cenno dell'igrometro ad assorbimento, dovuto a Saussure, come quello che è il più semplice e nel tempo stesso il più usato dai fisici.

65. **Igrometro di Saussure.** L'igrometro ad assorbimento di Saussure, detto anche *igrometro a capello*, si compone di un capello *c c'* (fig. 14) bene spoglio da ogni sostanza untuosa, fisso colla estremità superiore e colla estremità inferiore avvolto nella gola di una carrucola. Un filo di seta avvolto nella stessa carrucola in senso contrario del capello, e portante un piccolo peso *p*, serve a tener ben teso il capello, mentre un indice fisso al centro della carrucola può girare con essa intorno ad un quadrante graduato.

Quando la umidità aumenta, il capello si allunga, ed il peso *p* obbliga la carrucola a muoversi e con essa l'indice, che va a segnare sul quadrante, lo stato igrometrico dell'aria. Un movimento opposto è fatto dall'indice quando la umidità diminuisce.

Per graduare l'igrometro si determinano due punti fissi cioè quello della *saturazione* e quello della *massima secchezza*.

Per avere il primo si colloca l'istrumento in un vaso di vetro inumidito e contenente dell'acqua, e

si segna il punto dove si ferma l'indice del quadrante. Si ha poi il secondo collocandolo in un recipiente contenente del cloruro di calcio, segnando ugualmente il punto dove l'indice si ferma. L'intervallo tra i punti estremi si divide in cento parti uguali che diconsi gradi.

66. **Meteore acquee.** Per non fare un articolo a parte di *meteorologia*, non comportandolo la brevità del lavoro, ci contenteremo di dare qui un cenno sulle principali meteore acquee, le quali tutte sono prodotte dal vapore acqueo contenuto nell'aria. Tali sono la *rugiada*, la *nebbia*, la *pioggia* e la *neve*.

67. **Nebbia.** La *nebbia* non è altro che vapore acqueo condensato fino a diventare visibile. Ciò avviene, o quando l'aria carica di vapore diviene più fredda del terreno, oppure per l'incontro di un vento freddo con un vento caldo e carico di vapori. Da ciò si spiega, come sulla sera i vapori sovrastino ai fiumi, ai laghi ed alle terre umide. Infatti l'acqua, durante il giorno, si riscalda più lentamente del suolo circostante, ma quando verso sera incomincia il raffreddamento generale, l'acqua che si raffredda più lentamente del suolo, giunge a trovarsi di questo più calda.

La nebbia, che per la sua forza elastica tende ad espandersi in tutti i sensi, per la sua leggerezza, si porta nelle alte regioni dell'atmosfera, originando le nubi, le quali, secondo la loro estensione e forma, si chiamano *cirri*, *cumuli*, *strati* e *nembi*. I *cirri* presentano l'apparenza di tanti filamenti di lanuggine; i *cumuli* sono nubi a contorni arrotondati, e presentano alla parte inferiore una base piana ed

orizzontale; gli *strati* sono nubi assai larghe e continue, che si formano al tramontare del sole, e si dissipano al suo levare; i *nembi* non presentano alcuna forma caratteristica, hanno una tinta di un grigio uniforme, e sono quelli che ci danno la pioggia.

68. **Pioggia.** Le nubi innalzandosi nell'atmosfera, la cui temperatura va diminuendo coll'altezza, incontrando strati più freddi, si condensano, diventano specificamente più pesanti dell'aria, e cadono in forma di gocce, producendo così il fenomeno della pioggia.

Si stabilisce la quantità di acqua che cade in una regione, in un dato spazio di tempo, mediante un istrumento particolare, detto *pluviometro*. Consiste esso in un vaso cilindrico, conformato nella sua parte superiore ad imbuto, e portante lateralmente un tubo di vetro comunicante con esso e graduato, per poter calcolare l'altezza dell'acqua nell'interno del recipiente.

69. **Rugiada e Brina.** La *rugiada* non è altro che vapore acqueo che si condensa in tante goccioline, pel contatto di corpi più freddi, esposti all'aria libera, in seguito ad una notte calma e serena.

La formazione della rugiada ha luogo tanto più abbondantemente, quanto più si manifesta una differenza di temperatura tra il giorno e la notte, e quanto più l'aria è umida.

La *brina* è vapore acqueo che si condensa a contatto dei corpi la cui temperatura è inferiore a zero gradi. In tale condizione, il vapore acqueo si fa solido senza passare per lo stato liquido.

70. **Neve.** Quando le nubi, innalzandosi

nell'atmosfera, incontrano uno spazio assai freddo, esse si condensano allo stato solido senza passare per il liquido, dando così origine alla neve. Alcune volte la neve, cadendo verso il suolo, incontra degli strati più caldi, nel qual caso essa si fonde prima di giungere al suolo. Succede infatti alcune volte che mentre sulle montagne cade la neve, al suolo non giunge che la pioggia dovuta alla sua fusione. I fiocchi di neve sono composti di tanti piccoli cristalli in forma di stelle, agglomerati gli uni agli altri.

Capo VI.

L U C E

---

71. **Luce.** La luce è quella causa per la quale si compie il fenomeno della visione, od in altri termini, è l'agente che mette il nostro occhio in comunicazione coi molteplici oggetti che ci circondano.

72. **Divisione dei corpi rispetto alla luce.** Diconsi corpi *luminosi* od anche *fonti di luce*, quei corpi che sono visibili per se medesimi, come il sole, le stelle, la fiamma; ed *illuminati* quelli che si rendono visibili col ricevere la luce da altri corpi. Un corpo illuminato può anche diventare temporariamente luminoso, quando se ne elevi convenientemente la temperatura. Una

palla di metallo, resa incandescente, illumina una stanza, ma la luce da essa emanata va diminuendo, man mano che la temperatura si abbassa.

Quei corpi, attraverso ai quali il nostro occhio può distinguere gli oggetti, diconsi *trasparenti* o *diafani*; tali sono l'acqua ed il vetro. Quei corpi, attraverso ai quali non si possono distinguere che i semplici contorni degli oggetti, si dicono *translucidi*, come il vetro smerigliato e la carta oliata. Si dicono poi corpi *opachi* quelli che intercettano completamente i raggi luminosi, come i metalli, il legno e le pietre. Questi corpi possono per altro divenire trasparenti, quando si riducano in lamine sottilissime.

Lo spazio non illuminato, per l'interposizione di un corpo opaco tra una fonte di luce ed un oggetto, dicesi *ombra*, e la parte che separa l'ombra dalla parte illuminata, che è più rischiarata dell'ombra, ma lo è meno della parte illuminata, dicesi *penombra*.

73. **Direzione dei raggi luminosi.** Nel vuoto, od in un mezzo omogeneo, la luce si propaga in linea retta. Collocando infatti tra un punto luminoso e l'occhio alcuni dischi opachi, muniti tutti di un piccolo foro, il punto non sarà visibile all'occhio che quando tutti i fori si trovano nella linea retta che congiunge l'occhio a quel punto. Se per una piccola apertura si introduce in una camera oscura un raggio di luce, esso, illuminando il pulviscolo nuotante nell'aria, segna una traccia rettilinea.

Un filo o porzione di luce separata dal resto, e ridotta al grado minimo di sottigliezza sensibile, è quello che i fisici chiamano *un raggio di luce*; l'insieme di più raggi costituisce il *fascetto di luce*.

74. Intensità della luce. L'intensità della luce che emana da una fonte luminosa, è in ragione inversa dei quadrati delle distanze. A verificare questa legge, si collochi una fiamma in modo, che alla distanza di un metro mandi la sua luce sopra un piano. Si osserverà, alla distanza di due metri, essere necessarie quattro candele, perchè il piano venga illuminato colla stessa intensità, ed alla distanza di tre metri, si dovranno collocare nove candele per avere il medesimo effetto. Ciò prova, che una candela sola, ad una distanza doppia, tripla ecc. illuminerebbe con una intensità che non sarebbe che la quarta parte, la nona parte ecc. della prima.

75. Velocità della luce. La velocità, con cui la luce si propaga, è tanto grande, che la nostra immaginazione non sarebbe mai stata indotta a concepire un movimento così veloce, se prove incontestabili non l'avessero dimostrato.

Le distanze sulla terra sono percorse dalla luce in un tempo impercettibile; solo negli spazi celesti, e nelle velocità dei corpi che si muovono in essi, furono trovate delle misure atte a valutare la velocità della luce.

Roemer, illustre astronomo Danese, seppe pel primo dedurre la velocità della luce dall'eclisse del primo satellite di Giove. Egli trovò, che la luce impiega 8 minuti primi e 13 secondi per giungere dal sole fino a noi, percorrendo 310978 chilometri per ogni minuto secondo. Un tal risultato fu più tardi confermato da Fizeau, il quale giunse a misurare la velocità della luce in una distanza di pochi chilometri.

RIFLESSIONE DELLA LUCE.

76. Riflessione della luce negli specchi piani. Quando un raggio di luce incontra un corpo a superficie levigata, per esempio uno specchio, viene in parte riflesso.

Gli specchi sono corpi a superficie levigata e pulita, i quali, riflettendo la luce, fanno vedere l'immagine degli oggetti che loro si presentano.

Il raggio di luce, che da una fonte luminosa va ad un punto di una superficie piana che riflette la luce, dicesi *raggio incidente*, e *raggio riflesso* quello che viene rimandato indietro. La perpendicolare allo specchio nel punto d'incidenza si dice *normale*. L'angolo che il raggio incidente fa colla normale, dicesi *angolo d'incidenza*, e l'angolo che il riflesso fa colla normale stessa, *angolo di riflessione*.

Colla normale, i due raggi, *incidente* e *riflesso* fanno angoli uguali, o come si dice, *l'angolo di incidenza è uguale all'angolo di riflessione*.

Si può verificare questa legge introducendo un raggio di luce sopra una superficie levigata, posta orizzontalmente in una camera oscura, e misurando, mediante un semicerchio graduato, annessovi verticalmente, l'angolo che fa colla normale tanto la direzione del raggio incidente come quella del raggio riflesso. La stessa esperienza fa anche riconoscere che la normale ed i due raggi, incidenti e riflesso, giacciono in un medesimo piano.

Quando la luce viene riflessa da una superficie qualunque, perde della sua intensità, perchè una parte

di essa viene sempre assorbita dal corpo riflettente, e perchè molti raggi nella riflessione vanno irregolarmente dispersi. Questa perdita di luce è tanto più grande, quanto più la direzione del raggio incidente si accosta alla normale.

77. **Immagine.** Per poter intendere come nella riflessione della luce in uno specchio piano si formi l'immagine, s'immaginino condotti ad esso da un punto luminoso alcuni raggi di luce, tra i quali, uno perpendicolare, il quale non potrà che riflettersi sopra se stesso. Ora, essendo gli angoli di incidenza e di riflessione che i raggi, incidente e riflesso, fanno colla normale alla superficie riflettente, uguali tra loro, si riconosce, che i raggi riflessi corrispondendo ai raggi incidenti di un fascetto luminoso, portato dal punto dato, vanno ad incontrarsi tutti ad un altro punto unico, situato al di là dello specchio, sul prolungamento del raggio perpendicolare, e ad una distanza dallo specchio uguale a quella del punto dato dallo specchio stesso. All'occhio i raggi riflessi sembrano emanati dal punto che trovasi al di là dello specchio, il quale costituisce perciò l'immagine del punto dato.

RIFRAZIONE DELLA LUCE.

78. **Rifrazione della luce.** Finchè un raggio di luce si propaga per un mezzo di ugual densità, esso, come si disse, si muove in linea retta, ma, se da un mezzo passa in un altro di densità disuguale, soffre una deviazione che dicesi *rifrazione.*

Ad intendere come avvenga la rifrazione dei raggi luminosi che passano per mezzi di differente densità, consideriamo un raggio *si* (fig. 15) situato in un mezzo qualunque, ed incidente nel punto *i* del piano che separa i due mezzi di densità differente. Il raggio *ic*, che giace nel secondo mezzo, chiamasi raggio *rifratto*, e gli angoli *sin* e *cim* che formano questi raggi nel punto *i* colla retta *nm*, normale al piano di separazione dei due mezzi, diconsi, il primo *angolo d' incidenza*, ed il secondo *angolo di rifrazione*.

Quando un raggio di luce passa per mezzi di differente densità, devìa, seguendo la seguente legge: Un raggio di luce che da un mezzo passa in un altro di densità maggiore, devia accostandosi alla normale; mentre invece se ne allontana, quando da un mezzo passa in un altro di densità minore.

Quando la luce, per venire da un oggetto al nostro occhio, passa per mezzi di differente densità, e soggiace per conseguenza alla rifrazione, produce in noi delle illusioni. Al fondo di un recipiente collocato sopra una tavola (fig. 15) collochiamo una moneta *c*, e discostiamocene a poco a poco finchè l'orlo ce ne tolga la vista. Versando allora dell'acqua, si vedrà la moneta, o piuttosto la sua immagine nel punto *a*, prolungamento dei raggi che rifratti arrivano al nostro occhio, perchè, passando dall'acqua nell'aria, quei raggi deviano dalla normale.

Colla rifrazione della luce si spiegano molti fatti: Un remo, immerso nell'acqua, sembra spezzato. Un astro qualunque, eccetto il caso in cui esso si trovi allo zenit, cioè verticalmente sopra di noi, sempre ci apparisce in un posto più alto del vero, con differenza tanto maggiore, quanto più esso è vicino

all'orizzonte; ond'è che il sole e la luna paiono già levati, quando in realtà non lo sono ancora, e ci restano per qualche tempo visibili anche dopo che sono discesi sotto l'orizzonte.

Alla stessa rifrazione della luce finalmente è dovuto il fenomeno del *miraggio*, pel quale ci appariscono riflesse sul terreno le immagini capovolte degli oggetti lontani.

DECOMPOSIZIONE

E RICOMPOSIZIONE DELLA LUCE.

79. **Prisma.** Chiamasi *prisma* in fisica ogni mezzo trasparente, chiuso da due facce laterali piane, formanti tra loro un angolo diedro qualunque, che dicesi *angolo rifrangente* del prisma. La retta di intersezione delle due facce dicesi *spigolo*, e la faccia opposta a questo, *base*.

80. **Deviazione prodotta dal prisma.** Un prisma ha per effetto di deviare verso la sua base i raggi che lo attraversano. Allorquando infatti un fascetto luminoso entra in un prisma di vetro, esso devia accostandosi alla normale condotta al punto d'incidenza, e nell'uscire devia una seconda volta, allontanandosi dalla normale condotta al punto di *emergenza*; le quali due successive deviazioni del fascetto luminoso, lo portano ad avvicinarsi alla base del prisma, suddividendosi in più raggi diversamente rifratti e disposti a modo di ventaglio.

81. Decomposizione della luce. Se si fa entrare in una camera oscura, per un foro circolare praticato nell'imposta di una finestra, un fascetto di luce solare che vada a cadere sopra un prisma triangolare di cristallo ben puro, i raggi rifratti una prima volta all'entrare del prisma, e poi una seconda volta al loro uscire, ricevuti a qualche distanza sopra di un piano, vi dipingono una immagine oblunga composta di sette colori che sono: il *rosso*, l'*aranciato*, il *giallo*, il *verde*, l'*azzurro*, l'*indaco* ed il *violetto*. Un tal complesso di colori fu denominato dai fisici *spetro solare.*

Ciò serve a provare che la luce bianca è composta di sette diverse specie di raggi luminosi i quali, essendo differentemente rifrangibili, nel passare attraverso il prisma, vengono disugualmente deviati.

Si prova inoltre che questi raggi sono semplici, vale a dire che per qualunque successiva rifrazione non soffrono più alcuna decomposizione.

Serva a provare questo fatto la seguente esperienza. Si faccia cadere su di un prisma di vetro un fascetto luminoso, e si raccolga lo spettro che si produce, sopra un piano, il quale, per un foro convenientemente praticatovi, lascia passare un raggio di uno qualunque dei sette colori, per esempio il violetto.

Questo raggio raccolto sopra un secondo prisma si rifrange una seconda volta, ma conserva inalterato il suo colore.

Oltre alla accennata differenza di rifrangibilità, i sette elementi dello spettro solare presentano delle differenze calorifiche e luminose. Dalla luce rossa emana la quantità massima di calorico; la gialla è la più luminosa, mentre la violetta dà il minimo d'intensità di luce.

Il fenomeno dell'arco baleno è dovuto alla decomposizione che subisce la luce bianca del sole, quando penetra nelle goccie di pioggia, ed è formato di sette archi concentrici i quali presentano successivamente i sette colori dello spettro solare.

82. **Ricomposizione della luce.** I sette colori dello spettro solare riuniti insieme riproducono la luce bianca. Molte sono le esperienze colle quali si può provare questo fatto.

Dopo d'aver fatto attraversare un prisma di vetro in una camera oscura da un fascetto di luce, si raccolga lo spettro solare sopra un secondo prisma situato in senso opposto del primo; esso nel provare una seconda rifrazione, darà sopra un piano situato a poca distanza una luce bianca.

Si può ancora provare la ricomposizione della luce mediante il disco di Newton. Si divide un disco circolare in un numero di settori circolari, multiplo del numero sette, e si dispongono sopra di essi delle liste di carta, la prima rossa, la seconda aranciata, la terza gialla, e così via coll'ordine dei colori dello spettro solare, e facendo in modo che in ciascuna serie le larghezze delle diverse liste siano presso a poco proporzionali agli spazi, che i diversi colori occupano sulla lunghezza dello spettro. Facendo rapidamente girare il disco intorno ad un asse situato al suo centro, i colori, per la grande velocità con cui girano, si presentano tutti quasi contemporaneamente all'occhio, il quale vedrà il disco di un colore bianco.

Finalmente si ricompone la luce dello spettro solare, raccogliendo separatamente i sette colori sopra altrettanti specchietti girevoli, che si dispongono in

modo da rifletterli tutti in un medesimo punto di un piano. I sette colori così sovrapposti danno per risultato il colore bianco.

83. **Colori complementari.** Un colore dicesi complementare di un altro, quando con esso riproduce la luce bianca. Il colore rosso è complementare del verde, l'aranciato dell'azzurro ed il giallo del violetto.

84. **Colore degli oggetti.** L'immortale Newton fu il primo a dedurre dalla scomposizione e ricomposizione della luce, che il colore proprio di qualunque corpo, dipende dall'attitudine che lo stesso ha di riflettere e di assorbire i varii colori semplici. Secondo una tal teoria è bianco un corpo che riflette tutti i colori nelle stesse proporzioni in cui trovansi nello spettro, è nero quello che tutti li assorbe senza rifletterne alcuno. Da ciò si deduce, che i corpi non sono colorati per se, ma secondo la qualità e quantità della luce che riflettono. Un corpo qualunque, collocato in una camera oscura, ed illuminato successivamente con ciascuno dei colori dello spettro, non ha più colore proprio, ma si presenta del colore del fascetto da cui è illuminato, e perciò sembra rosso, aranciato, giallo ecc.

85. **Azione chimica della luce.** La luce esercita sopra i corpi un'azione chimica, mutandone ora il colore, ed ora alterandone la sostanza. Il cloruro d'argento, per esempio, che è bianco, sotto l'azione della luce diventa bruno, e, perseverando la luce stessa, passa al nero. Si osserva ancora, che, esponendo lo stesso cloruro d'argento ai raggi violetti, esso passa al colore nero assai più prontamente. Ciò prova, che questi sono dotati di una

potenza chimica maggiore di quella che manifestano gli altri. Il cloruro d'oro, il bromuro ed il ioduro d'argento, sono sostanze pure alterabili dall'azione della luce, sotto la quale mutano di colore.

Molte sostanze, per azione della luce, si combinano tra loro chimicamente. Esponendo alla luce in una bottiglia una mescolanza di gas cloro con gas idrogeno, i due gas si combinano chimicamente, formando acido idroclorico.

86. **Fotografia.** L'azione chimica che la luce esercita sopra alcune sostanze, ebbe in questo secolo, per opera specialmente di Daguerre e di Talbot, una meravigliosa applicazione nella *fotografia.*

Diamo ora alcuni cenni sopra una scoperta che tanto illustrò il nostro secolo.

Coi processi attualmente usati in fotografia, si ottiene prima una prova negativa la quale può poi servire ad ottenere qualsivoglia numero di prove positive.

Per ottenere la prova negativa si spalma prima una lastra di vetro con *collodio*, che non è altro che cotone fulminante sciolto in una mescolanza di etere solforico ed alcool, e reso sensibile con una piccola quantità di ioduro di potassio. Fatto scolare il liquido in modo, che rimanga sulla lastra un leggiero velo di collodio, prima che esso sia perfettamente asciutto, si immerge la lastra in una soluzione di 8 grammi di nitrato d'argento per ogni 100 grammi di acqua distillata. La pellicola in questa soluzione, per l'azione dell'ioduro d'argento, da trasparente diviene opaca e di un bel colore di crema. Si colloca allora la lastra in apposito astuccio, e la si porta nella camera oscura, dove, nell'intervallo

di pochi minuti secondi, riceve l'impressione del modello illuminato dalla luce. Ritirata la lastra, l'immagine non è ancora visibile; la si fa apparire, versandovi sopra una soluzione di solfato di ferro, il cui effetto è quello di continuare la riduzione dei sali d'argento. In questa prova le parti bianche del modello sono opache, e le parti nere sono trasparenti. Si immerge quindi la lastra in un bagno di iposolfito di soda, il quale, sciogliendo i sali d'argento non decomposti, rende la prova inalterabile alla luce. Si compie l'operazione lavando la prova con abbondante acqua, e ricoprendola poi con una vernice, la quale obbliga la pellicola a mantenersi saldamente attaccata alla lastra di vetro.

Per ottenere delle prove positive, si prepara prima la carta ponendone, per pochi minuti, la faccia più liscia ed omogenea sopra una soluzione di cloruro di sodio in albume d'uovo, e, dopo asciutta, collocandola colla faccia stessa, per pochi minuti, sopra una soluzione di 20 grammi di nitrato d'argento, per ogni 100 grammi d'acqua distillata, ed asciutta si conserva in luogo oscuro. Si prende quindi un piccolo telaio di legno al cui fondo si trova un cristallo, sopra cui si colloca la prova negativa, rivolgendo ad esso la parte non coperta dal collodio. La parte sensibilizzata della carta si preme sullo strato di collodio mediante una tavoletta che viene compressa da un'assicella traversale, mobile a cerniera, e si espone il tutto per qualche tempo alla luce. Allora, le parti opache della negativa intercettando la luce, la carta sensibilizzata non si annerisce che al disotto delle parti trasparenti, e si ottiene una prova, nella quale i punti trasparenti sono rimpiazzati dai

neri e gli opachi dai bianchi, si ottiene cioè una prova positiva.

Sviluppata la prova positiva, la si lava abbondantemente con acqua e quindi la si *intona*, ponendola per alcuni minuti in una soluzione di cloruro d'oro, resa alcalina con carbonato, od acetato o fosfato di soda. Si compie l'operazione, fissando la prova in un bagno di iposolfito di soda e lavandola con abbondante acqua. È superfluo l'aggiungere, che tutte le dichiarate operazioni devono farsi fuori dalla luce.

Capo VII.

MAGNETISMO

87. **Magnetismo.** Trovasi in natura un ossido di ferro, detto *magnete* o *calamita naturale*, che ha la proprietà di attrarre il ferro, proprietà che chiamasi *magnetismo*.

88. **Calamita artificiale.** Un pezzo di ferro può anche, mediante mezzi meccanici, ricevere da un magnete la proprietà anzidetta, ed in questo caso si ha la *calamita artificiale*.

89. **Poli e linea neutra.** La forza magnetica non si manifesta colla stessa intensità in tutti i punti di una calamita, ma è massima a due punti

tra loro opposti che si dicono *poli*, e va decrescendo, finchè si riduce nulla nella parte intermedia che dicesi *linea neutra.*

Basta infatti spargere sopra una tavola della limatura di ferro, ed avvicinarvi una calamita. La limatura che è attratta ai poli in grande quantità, (fig. 16) va decrescendo verso il centro dove non si manifesta alcun indizio di attrazione.

90. **Proprietà dell' ago magnetico.** L'*ago magnetico* consiste in una laminetta di calamita artificiale che può disporsi sopra una punta, in modo da poter girare orizzontalmente, o si sospende ad un filo di seta, nel qual caso può assumere qualunque movimento. Prendendo un ago magnetico, esso si rivolge sempre con un polo verso il nord, e coll'altro verso il sud della terra, e perciò il primo si dice *polo nord*, ed il secondo *polo sud* della calamita.

91. **Declinazione ed inclinazione.** Confrontando l'asse di un ago magnetico, liberamente sospeso, col meridiano geografico del luogo di osservazione, trovasi, che quello forma col suddetto un angolo che dicesi *declinazione* della calamita. Il piano verticale in cui trovasi l'asse di un ago magnetico determina il *meridiano magnetico.*

Si osserva ançora, che il polo nord dello stesso ago magnetico si abbassa sotto il piano orizzontale. L'angolo che l'asse dell'ago magnetico forma col-orizzonte chiamasi *inclinazione* della calamita. Un piano perpendicolare all'asse di un ago magnetico, liberamente sospeso, determina *l'equatore magnetico.*

92. **Attrazioni e ripulsioni magnetiche.** Avvicinando al polo nord di una

calamita, liberamente sospesa, il polo nord di un'altra, i due poli si respingono reciprocamente, e lo stesso succede, se si avvicinano i due poli sud; ma se si accosta al polo sud della prima il polo nord della seconda, essi si attraggono scambievolmente. Da ciò la legge, che *poli di ugual nome si respingono, e poli di nome contrario si attraggono.*

In forza di questa legge, due calamite, liberamente sospese, dirigonsi sempre in modo, che i loro poli di differente nome si dirigono l'uno verso l'altro. Da ciò il mezzo di riconoscere, mediante una calamita i cui poli sieno conosciuti, qual sia la disposizione dei poli in una calamita qualunque.

93. **La terra è una grande calamita.** La direzione costante che prende l'ago magnetico, e la legge delle attrazioni e ripulsioni magnetiche indussero i fisici ad ammettere, che la terra sia una immensa calamita, i cui poli sarebbero vicini ai poli terrestri, e la linea neutra coinciderebbe sensibilmente coll'equatore.

94. **Magnetizzazione per induzione.** Se ad un polo di una calamita si accosta un pezzo di ferro, questo viene attratto, e, durante il contatto, esso si comporta come una vera calamita, riscontrandosi il polo di essa trasportato alla sua estremità. Accostando ad esso un altro pezzo di ferro, questo viene similmente attratto dal primo, trasporta sopra di sè il polo della calamita, e si rende atto ad attrarre un altro pezzo di ferro. Queste successive attrazioni continuano fino a che il peso dei pezzi di ferro aggiunti giunge a superare la forza di attrazione della calamita, nel qual caso tutti si staccano. Si osserva inoltre che staccando dalla calamita il pezzo

di ferro che le è a contatto, tutti i successivi pezzi si staccano, il che prova ad evidenza come la proprietà magnetica che prima manifestavano, fosse loro indotta dalla calamita a cui il primo pezzo trovavasi a contatto.

95. **Calamita spezzata**. In ogni calamita, come si disse, si riscontrano i due poli, situati agli estremi opposti, e la linea neutra. Dividendo in due parti una calamita, ciascuna metà risulta una calamita completa, avente i suoi due poli e la sua linea neutra; e ciascuna metà, divisa successivamente in due parti, offre due nuove calamite, aventi pure i loro due poli e la loro linea neutra; in una parola, una parte qualunque di una calamita è una calamita perfetta, che non differisce dalla primitiva se non nella forza di attrazione di cui si mostra fornita.

96. **Magnetizzazione artificiale**. Tre sono i metodi generalmente impiegati per comunicare al ferro il magnetismo, e sono il *contatto semplice*, il *doppio contatto* ed il *contatto separato*.

1° *Magnetizzazione per semplice contatto.* Presa l'asta di ferro che si vuol magnetizzare, si fa scorrere molte volte sopra di essa, e sempre nel medesimo senso, un polo di una calamita. Dopo qualche tempo l'asta di ferro diviene una vera calamita. L'estremità che ultima fu a contatto della calamita, presenta il polo di nome contrario a quello col quale si fece scorrere la calamita stessa.

2° *Magnetizzazione per doppio contatto.* Si colloca la spranga che si vuol magnetizzare sopra i poli contrari di due potenti calamite, e presene due altre, si appoggiano coi poli contrari, alla spranga

stessa, tenendole per altro separate tra loro mediante un piccolo prisma di legno. Il polo di ciascuna di queste due calamite deve trovarsi dalla parte del polo di ugual nome di quella su cui riposa la spranga. Si fanno quindi scorrere le due calamite mobili, da una estremità all' altra della spranga. Con questo metodo si ottengono calamite dotate di una considerevole forza di attrazione.

3° *Magnetizzazione per contatto separato.* Per magnetizzare col contatto separato, si appoggia ancora la spranga di ferro sopra i poli contrari di due forti calamite, e, presene due altre, si appoggiano coi loro poli contrari al punto di mezzo della spranga in modo che i loro poli corrispondono con quelli di nome contrario delle calamite sopra cui la spranga stessa riposa, senza per altro separarle col piccolo prisma di legno. Si fanno quindi scorrere le due calamite mobili allontanandole tra loro sulle due metà della spranga, avendo riguardo di levarle, giunte che sieno alle estremità, per riportarle al punto di mezzo, donde si fanno scorrere di nuovo. Ripetendo più volte l'operazione, si ottiene la magnetizzazione della spranga.

97. **Bussola nautica.** La bussola nautica si compone di un ago magnetico il cui asse sta fisso al centro di un sottoposto disco di talco in modo, che disco ed ago girano insieme. Sulla circonferenza del disco sono segnati i 32 scompartimenti, formanti la *rosa dei venti*, ed il diametro della rosa che termina ai due punti N—S (nord—sud), si trova nel piano verticale dell'ago. Questo sistema è collocato in una cassa quadrilatera, la quale, all'interno di una sua faccia, porta segnata verticalmente una linea nera detta *capo*, in modo che quello

fra i raggi della rosa, che si rivolge a questa linea, è precisamente nella direzione della nave.

L'uso di questa bussola è facilissimo. Stabilito prima qual sia il rombo, secondo il quale si deve viaggiare, il pilota, attento sempre ai movimenti della bussola, dirige la nave in maniera che il raggio che segna il predetto rombo, riesca costantemente al *capo*.

La bussola nautica deve essere collocata in modo da essere libera nei suoi movimenti così da serbare sempre una posizione orizzontale, indipendentemente dalle ondulazioni della nave, ed inoltre si devono tener lontani tutti gli oggetti di ferro o di acciaio, perchè colla loro azione potrebbero influire sui movimenti dell'ago.

L'invenzione della bussola fu per molto tempo attribuita al navigatore Flavio Gioia di Amalfi, il quale, probabilmente dalla China, dove era conosciuta fino dai tempi più remoti, la portò in Europa, e forse la modificò.

Capo VIII.

ELETTRICITA'

---

98. La elettricità si divide in due parti, cioè *elettricità statica*, ossia allo stato di quiete, ed *elettricità dinamica*, cioè allo stato di movimento.

ELETTRICITA' STATICA.

99. Prendendo un'asta di vetro o di ceralacca, (fig. 17) e strofinandola con un pannolano, essa acquista la proprietà di attrarre dei corpicciuoli leggieri, quali sarebbero dei pezzettini di carta, delle pagliuzze ecc. Questa proprietà che acquistano i corpi strofinati di attrarre i corpi leggieri, riconosciuta fino dai tempi di Talete nell'*ambra gialla*, fu chiamata elettricità, dalla parola greca *electron*, che significa ambra.

100. **Pendolino elettrico.** Per riconoscere se un corpo sia elettrizzato, si fa uso di adatti strumenti detti *elettroscopi*, tra i quali il più semplice è il *pendolino elettrico.*

Consiste esso in un globetto *a* (fig. 18) di midollo di sambuco appeso ad un filo di seta, e sostenuto da un filo metallico ricurvo, che è unito ad una colonnetta di vetro fissa sopra un piede di legno.

Volendo con questo strumento verificare se un corpo sia elettrizzato, basta accostarlo al globetto, il quale viene tosto attratto, e subito dopo respinto.

101. **Corpi buoni e cattivi conduttori.** Per molto tempo si divisero i corpi in *idioelettrici*, cioè elettrizzabili per istrofinio, ed in *anelettrici*, ossia non elettrizzabili. Questa divisione era suggerita dalla osservazione, che alcuni corpi, per esempio, il vetro, la ceralacca, ecc. strofinati ed avvicinati ad un elettroscopio, si mostravano elettrizzati, mentre altri, e specialmente i metalli, non manifestavano alcuna elettricità. Ma una tale divisione non può sussistere quando si ponga mente che, strofinando

con un pannolano un pezzo di metallo fisso ad un manico di vetro, e tenuto in mano per quest' ultimo, accostandolo ad un elettroscopio si mostra elettrizzato. Si osserva inoltre che, allorquando si strofina il metallo tenuto in mano pel manico di vetro, tutti i suoi punti si mostrano elettrizzati, mentre invece strofinando una delle estremità di un' asta di vetro o di ceralacca, la sola parte strofinata dà segno di elettricità. Dunque il metallo trasmette prontamente a tutte le sue parti l'elettricità acquistata collo strofinamento, mentre nel vetro e nella ceralacca la elettricità non si propaga. Dietro tali osservazioni si divisero i corpi in *buoni conduttori* o *deferenti*, ed in *cattivi conduttori* o *coibenti*. Questi ultimi si dicono anche *isolatori*, perchè si impiegano come sostegni, quando si vuol conservare ad un corpo buon conduttore la sua elettricità; senza di ciò essa si disperderebbe nella terra, che è il grande serbatoio della elettricità.

Sono buoni conduttori i metalli, i corpi degli animali, i liquidi, eccettuati gli olii. Sono cattivi conduttori il vetro, le resine, lo zolfo, il diamante, l'ambra, la porcellana, ecc.

102. Due specie di elettricità. Accostando ad un pendolino elettrico un' asta di vetro strofinata con un pannolano, il globetto viene attratto, e dopo il contatto viene immediatamente respinto. Lo stesso succede, se invece del vetro si adoperasse un altro corpo. Ma se dopo che il globetto di sambuco è stato respinto dal vetro elettrizzato, si accosta all'elettroscopio un bastone di ceralacca pure elettrizzato, questo nuovamente lo attrae per respingerlo anch' esso immediatamente dopo il contatto. Da ciò

si vede che il globetto di sambuco, mentre viene attratto da un corpo, dall'altro viene respinto, e viceversa. Perciò i fisici hanno concluso che l'elettricità sviluppata sul vetro mediante lo strofinamento, è di una specie differente da quella sviluppata sulla ceralacca. La prima ha ricevuto il nome di *elettricità vitrea* o *positiva* e la seconda di *elettricità resinosa* o *negativa*, e si indicano queste due differenti elettricità coi segni + e —.

103. Ipotesi sul fluido elettrico. Due sono le ipotesi adottate dai fisici per ispiegare i fenomeni elettrici, cioè quella di Franklin e quella di Symmer.

Franklin ammette che in tutti i corpi esista una data quantità di *fluido elettrico*, le cui molecole si respingono scambievolmente. Questo fluido, unito alle molecole dei corpi in quantità dipendente dalla loro natura, costituisce per ciascuno uno stato di *equilibrio naturale*, senza produrre alcun fenomeno elettrico. Ma quando questo fluido aumenta, il corpo si mostra elettrizzato *positivamente*, e quando diminuisce, *negativamente*. Secondo questa ipotesi, strofinando insieme due corpi, la elettricità passa dall'uno all'altro in modo che l'uno si trova elettrizzato positivamente e l'altro negativamente; ma mettendo i due corpi in comunicazione, l'equilibrio si ristabilisce.

Symmer, fisico inglese, ammette invece in tutti i corpi l'esistenza di due fluidi elettrici, l'uno vitreo e l'altro resinoso, dei quali ciascuno agisce per ripulsione su quello dello stesso nome, e per attrazione su quello di nome contrario. I due fluidi, secondo questa ipotesi si trovano in tutti i corpi allo stato di combinazione, formando così un *fluido neutro*

o *naturale*. Mediante lo strofinamento, o per qualunque altra causa, il fluido neutro si decompone separando le due elettricità delle quali l'una si porta sul corpo strofinato, e l'altra su quello che strofina; in tal caso si manifestano fenomeni elettrici, i quali non sarebbero che l'effetto della tendenza dei due fluidi a ricombinarsi.

104. **Attrazioni e ripulsioni elettriche.** Accostando a due pendolini elettrici due aste, l'una di vetro e l'altra di ceralacca, ambedue elettrizzate collo strofinamento, i due globetti di sambuco vengono attratti ed immediatamente dopo respinti. Se ora al globetto elettrizzato dal vetro si accosta la ceralacca, ed a quello elettrizzato dalla ceralacca si accosta il vetro, i due globetti vengono nuovamente attratti e subito dopo respinti. Si osserva ancora che tanto nel primo quanto nel secondo caso i due globetti, dopo respinti, si attraggono scambievolmente, per respingersi dopo il contatto. Da questi fatti si deduce la seguente legge: *Un corpo elettrizzato attrae un corpo non elettrizzato; due corpi carichi di elettricità di egual nome si respingono, e carichi di elettricità di nome contrario si attraggono.*

105. **Elettroscopio a fogliette d'oro.** L'*elettroscopio a fogliette d'oro* consiste in una bottiglia di vetro (fig. 19) attraversata nella parte superiore da un filo metallico, il quale, sormontato da una piccola palla di ottone *b*, porta sospese due fogliette d'oro *p*. La parte superiore della bottiglia è ricoperta di ceralacca per impedire che l'umidità si depositi sul vetro, e nell'interno della bottiglia si colloca una piccola quantità di

cloruro di calcio, allo scopo di mantenervi l'aria ben secca. Per riconoscere con questo strumento se un corpo sia elettrizzato, basta accostarlo alla piccola palla *b*, la quale, ricevuta la elettricità, la trasmette, attraverso il filo metallico, alle due fogliette d'oro, e queste, trovandosi allora elettrizzate della stessa elettricità, si respingono scambievolmente, formando un angolo, la cui ampiezza dipende dalla quantità della elettricità ricevuta.

106. **Elettrizzazione per induzione.** Si abbia un cilindro metallico, isolato mediante un piede di vetro, e si sospendano al di sotto di esso, mediante fili di seta, alcune coppie di globetti di midollo di sambuco. Avvicinando a questo cilindro un corpo elettrizzato, vediamo tosto i due globetti di ciascuna coppia respingersi scambievolmente tanto più, per quanto più sono situati verso le due estremità, mentre quelli che si trovano nel mezzo del cilindro, non manifestano alcuna ripulsione. Si osserva inoltre che i due globetti di sambuco situati alla estremità del cilindro rivolta al corpo elettrizzato vengono da questo attratti, mentre vengono respinti i due situati all'estremità opposta. Questo fenomeno prova che il cilindro è elettrizzato, e che i due fluidi sono distribuiti in modo, che all'estremità rivolta al corpo elettrizzato, trovasi quello di nome contrario, mentre quello di ugual nome si trova all'estremità opposta. Questo fatto, che dicesi *elettrizzazione per induzione*, si spiega assai facilmente mediante l'ipotesi di Symmer. Il fluido neutro del cilindro viene decomposto per la vicinanza del corpo elettrizzato, il quale attrae la elettricità di nome contrario, e respinge quella di ugual nome. Allontanando il corpo elet-

trizzato, i due fluidi si ricompongono, ed il cilindro ritorna allo stato elettrico naturale. Collocando alcuni cilindri, l'uno dopo l'altro, il fluido neutro di ciascuno sarà decomposto per l'azione della elettricità di quello che lo precede. Si avrà quindi una serie di corpi, tutti elettrizzati, aventi tutti la elettricità di ugual nome rivolta alla medesima parte.

107. **L'elettricità si porta alla superficie dei corpi.** Per provare che la elettricità si porta alla superficie dei corpi, si prenda una sfera di ottone, isolata con un piede di vetro, e vi si adattino due emisferi cavi, muniti di manico di vetro, in modo che la ricoprano totalmente. Elettrizzato il sistema, si tolgano prontamente gli emisferi, e si vedrà che la sfera non manifesterà alcuna elettricità, mentre se ne potrà riconoscere la presenza sui due emisferi.

108. **Proprietà delle punte.** Elettrizzando un elissoide allungato, tenuto isolato da un piede di vetro, si trova che la elettricità non solo si porta alla sua superficie, ma anche che essa si accumula verso la parte più acuta. Se poi il corpo terminasse con una punta, la elettricità prontamente sfuggirebbe dal corpo elettrizzato. Accostando infatti la mano alla punta, si sente come un leggiero soffio che sembra venga dalla stessa. Se invece della mano si accosta una candela accesa, si vede la fiamma ripiegarsi nella direzione opposta a quella donde viene l'elettricità.

109. **Macchina elettrica.** La macchina elettrica, ideata per la prima volta da Ottone De Guerike, venne modificata e perfezionata da Ramsden nel 1766.

Questa macchina, destinata allo sviluppo dell'elettricità mediante lo strofinamento, si compone di un disco di vetro (fig. 20), mobile intorno ad un asse orizzontale, mediante una manovella *m*. Nel suo movimento, esso passa a sfregamento tra quattro cuscinetti elastici, fissi, due superiormente e due inferiormente, ai due sostegni che portano l' asse del disco. Due conduttori cilindrici di ottone *c c*., sono sostenuti da colonne isolanti di vetro, e comunicano tra loro, per mezzo di un cilindro di diametro minore. Fissi ai due conduttori vi sono due tubi di ottone ricurvi a ferro di cavallo, detti *pettini*, perchè forniti di punte, situate dinnanzi alle due faccie del disco.

Facendo girare il disco, si ha sviluppo di elettricità; il fluido negativo si porta sui cuscinetti e da questi passa al suolo, col quale essi comunicano mediante la catenella *a*, mentre il fluido positivo si porta sul disco di vetro. Il fluido positivo del disco, per induzione, decompone il fluido neutro dei conduttori, ne attrae il negativo, il quale sfuggendo per le punte, viene a portarsi sul vetro dove si combina col positivo e lo porta allo stato naturale, intanto che i conduttori, che perdono del loro fluido elettrico negativo, si trovano elettrizzati positivamente.

Quando la macchina elettrica è caricata, se si accosta il dorso della mano ad un conduttore, se ne trae una scintilla, che si rinnova ogni qual volta si faccia girare il disco. Ciò avviene perchè il fluido positivo del conduttore si combina col negativo della mano, intanto che il disco, per induzione, lo elettrizza di nuovo.

Dal modo con cui si va sviluppando l' elettricità si vede chiaramente che il fluido elettrico non si

trova distribuito su tutto il disco, ma solo sui due quarti, il cui movimento ha luogo dai due cuscini al successivo pettine. Negli altri due quarti, una parte della elettricità del disco si disperde pel contatto dell'aria, massime quando è umida. Si può diminuire una tal perdita ricoprendo i due quarti del disco con del taffetà, che si fissa ai cuscinetti, oppure ai sostegni.

110. Elettrometro a quadrante. Si misura la quantità di elettricità di cui si carica una macchina elettrica, mediante l'*elettrometro a quadrante*. Risulta esso formato da una piccola asta di legno alla quale è fissato un piccolo quadrante graduato d'avorio, al cui centro sta unito un pendolino, formato d'una paglia con una piccola palla di midollo di sambuco all'estremità. Situando l'istrumento sopra un conduttore della macchina elettrica (fig. 20), a misura che, col girare del disco, il conduttore si carica di elettricità, si osserva che il pendolino, per la legge dei corpi carichi di elettricità di ugual nome, va gradatamente innalzandosi, e segna, sul quadrante graduato, il grado maggiore o minore di elettricità di cui il conduttore è carico.

111. Elettroforo. Una macchina elettrica assai semplice è l'elettroforo, inventato da Wilk, e perfezionato più tardi da Volta.

Consiste esso in un piatto di sostanza conduttrice *pp'* (fig. 21) in cui siasi versato della resina fusa, e di un disco egualmente buon conduttore *c*, di dimensioni alquanto minori di quelle del piatto, e che può tenersi isolato mediante un manico di vetro *v*.

Per usare l'elettroforo si batte prima la resina con una pelle di gatto che la elettrizza negativamente.

Appoggiando allora il disco sulla resina, questa che è coibente, conserva la sua elettricità negativa, mentre per induzione, decompone il fluido neutro del disco, attraendo il fluido positivo verso la faccia che con essa è a contatto, e respingendo sull' altra il fluido negativo. Toccando allora superiormente il disco con un dito, il fluido negativo viene sottratto, e passa al suolo, ed esso resta elettrizzato positivamente. Se ora, tenendo il disco pel manico di vetro, lo si innalza, e gli si accosta l' altra mano, scocca una viva scintilla, dovuta alla ricomposizione del fluido positivo del disco col fluido negativo della mano.

112. Scampanìo elettrico. Le attrazioni e ripulsioni elettriche si possono agevolmente dimostrare mediante lo *scampanìo elettrico.*

Lo scampanio elettrico è un piccolo apparato formato di tre campanelle metalliche, sospese ad un tubo di ottone che comunica col conduttore della macchina elettrica. Le due campanelle estreme comunicano col tubo mediante due catenelle, e quella di mezzo è sospesa ad un filo di seta, che la tiene isolata dalla macchina, ma comunica col suolo mediante una catenella metallica. Nei due intervalli tra la campanella di mezzo e le altre due, vi sono due palle di ottone, sospese a due fili di seta.

Caricando la macchina, le due campanelle laterali si caricano di elettricità positiva, ed attraggono le due palle di ottone, per respingerle subito dopo il contatto. Essendo queste cariche di elettricità positiva, si portano verso la campanella intermedia, la quale, comunicando col suolo, e per l' induzione delle altre due, è carica di elettricità negativa. Dopo il contatto, le palle vengono respinte verso le altre

due campanelle, per continuare poi un movimento oscillatorio, facendo risuonare le campanelle per tutto il tempo in cui la macchina è carica di elettricità.

113. **Formazione della grandine.** L'*apparato per la grandine*, ideato da Volta, è destinato a dimostrare come dei globetti posti tra due nubi cariche di elettricità contraria, possano assumere un moto oscillatorio dall'una all'altra, il qual fatto è sufficiente per rendere ragione del peso che possono acquistare i globetti, prima di cadere al suolo. Questo apparato si compone di una campana di vetro, collocata sopra un piatto metallico, comunicante col suolo, e attraversato nella parte superiore da un'asta metallica, la quale, colla parte superiore comunica colla macchina elettrica, mentre alla parte inferiore termina con una palla pure metallica. Sul piatto si collocano delle piccole palle di sambuco, le quali, quando viene caricata la macchina, vengono attratte dalla palla metallica e subito dopo respinte, cosicchè esse si agitano con grande rapidità, andando dal piatto alla palla, e dalla palla al piatto, cedendo a questo l'elettricità che prendono da quella.

114. **Elettricità dissimulata e condensatore di Epino.** Allorquando due corpi carichi di elettricità contraria vengono separati da una lamina sottile di materia coibente, le due elettricità si neutralizzano più o meno rapidamente in modo, che i loro effetti sono o nulli o assai deboli. Un tale stato di neutralizzazione dei due fluidi prende il nome di *elettricità dissimulata* o *elettricità latente*, ed è, per l'effetto stesso di questa neutralizzazione, che si può *condensare* sopra un corpo una grande quantità di elettricità.

I *condensatori* sono apparati destinati ad accumulare una grande quantità di elettricità; tutti generalmente si compongono di due superficie metalliche separate da una lamina di vetro.

Condensatore di Epino. Il condensatore di Epino si compone di due dischi di ottone *A* e *B* (fig. 22) isolati mediante piedi di vetro, e muniti ciascuno di un pendolino elettrico. I due dischi si possono allontanare od avvicinare alla lastra di vetro *l* che li separa, facendo scorrere, mediante la manovella *m*, i due piedi entro una scanalatura, praticata nella tavoletta che porta tutto l'apparecchio.

Per accumulare l'elettricità su questo apparecchio, si fa comunicare il disco metallico *A* con una macchina elettrica, ed il disco *B* col suolo. Il disco *A* si elettrizza positivamente come la macchina, ed il suo fluido positivo, agendo per induzione sopra il disco *B*, decompone il fluido neutro di questo, attrae il fluido negativo, e ne respinge al suolo il positivo

115. **Scarica lenta ed istantanea - Eccitatore.** Allorquando il condensatore è caricato, cioè quando le elettricità contrarie sono accumulate sui due dischi, si può scaricarlo, cioè ridurlo allo stato naturale, in due maniere: o *lentamente*, toccando separatamente con un corpo buon conduttore, l'uno e l'altro disco, od *istantaneamente*, mettendo i due dischi in comunicazione tra loro.

Toccando contemporaneamente colle mani i due dischi del condensatore, i due fluidi elettrici si combinano attraverso le braccia, facendo provare una violenta scossa accompagnata da contrazione di muscoli, e da un dolore vivo ed istantaneo, specialmente alle articolazioni. E siccome una tale scossa, quando il

condensatore sia caricato assai, può essere pericolosa, così si usa scaricarlo mediante l'*eccitatore*, formato di due archi metallici *mc* ed *nc*, (fig. 23) articolati in *c*, e muniti di due manichi di vetro *v* e *v'*.

A scaricare il condensatore di Epino, si prende l'eccitatore pei manichi di vetro, si pone una delle sue estremità a contatto di uno dei dischi del condensatore, e si avvicina l'altra al secondo. Allora scocca una viva scintilla, proveniente dalle due elettricità accumulate sulle due faccie del condensatore, le quali, attraverso l'arco metallico, vanno a ricomporsi.

116. Elettrometro condensatore. L'*Elettrometro condensatore* di Volta altro non è che l'elettroscopio a fogliette d'oro da noi descritto, (105) sormontato da un condensatore formato di due dischi metallici, separati da un pezzo di taffetà cerato, dei quali il superiore, detto *disco collettore*, è munito di un manico di vetro. Questo apparecchio serve a rendere sensibili delle quantità di elettricità, anche debolissime. Basta infatti mettere a contatto col disco collettore il corpo sul quale si vuol riconoscere la presenza di elettricità, e porre in comunicazione col suolo l'altro disco, toccandolo col dito. L'elettricità del corpo, comunicata per contatto al disco collettore, attraverso il taffetà, decompone per induzione il fluido neutro del disco sottoposto, attraendo l'elettricità di nome contrario e respingendo al suolo, per la mano, quella di egual nome.

Se ora, levato il corpo dal disco collettore e tolta la comunicazione col suolo, si leva il disco collettore stesso, prendendolo pel manico di vetro, l'elettricità del sottoposto disco, per la verghetta metallica, va alle foglioline d'oro, le quali, trovandosi cariche di

elettricità di ugual nome, si respingono scambievolmente.

117. Quadro di Franklin. Il quadro di Franklin è un condensatore formato di una lastra di vetro, sulle due faccie del quale sono incollate due foglie di stagno in modo, che essendo più piccole della lastra, rimanga all' interno un intervallo di circa cinque centimetri, che si ricopre di ceralacca. Le due facce perciò si trovano isolate, e solo una presenta un piccolo prolungamento della foglia di stagno, sul quale si può appoggiare il dito, tenendo in mano il quadro. Per caricare il quadro, si presenta al conduttore della macchina elettrica la faccia priva del citato prolungamento, intanto che l' altra, mediante la mano, è tenuta in comunicazione col suolo. Toccando con una delle estremità dell'eccitatore la faccia inferiore, ed avvicinando l' altra alla faccia superiore, il quadro si scarica, ed i due fluidi si ricompongono, producendo una viva scintilla.

118. Bottiglia di Leyda. La *bottiglia di Leida* è un condensatore che non differisce dal quadro di Franklin, che nella forma. Consiste in una bottiglia di vetro (fig. 24) le cui facce si coprono con foglia di stagno in modo, che restino scoperte fino ad una certa distanza dal collo, e si ricopre di ceralacca la parte rimasta nuda. Si adatta al collo un turacciolo di legno ben secco, attraverso il quale passa una verghetta di ottone, che internamente comunica colla foglia di stagno, ed esternamente è ripiegata, e termina in un bottone *c*. Alle due foglie di stagno si dà il nome di *armatura interna* ed *armatura esterna*.

Per caricare la bottiglia di Leyda, si fa comuni-

care l'armatura interna col conduttore della macchina elettrica, mentre la esterna comunica col suolo. Il fluido positivo si accumula sull'armatura interna, ed il negativo sull'armatura esterna. Se si volesse caricare la bottiglia in senso contrario, basterebbe far comunicare col suolo l'armatura interna, col tenere la bottiglia in mano per la verghetta e presentare al conduttore l' armatura esterna.

Si può scaricare la bottiglia *istantaneamente* o *lentamente*. Si scarica istantaneamente toccando prima l'armatura esterna con una delle estremità del conduttore, ed avvicinando l'altra al bottone.

Per iscaricarla poi lentamente, basta collocarle sopra un corpo coibente e quindi colla mano o con un corpo buon conduttore toccare alternativamente prima l'armatura interna, e poi l'esterna.

Si può anche avere la scarica lenta della bottiglia mediante la seguente esperienza. Alla verghetta della bottiglia si adatta un campanello *a* (fig. 25), e si colloca vicino ad essa un' asta metallica *b* che porta un secondo campanello *c*, simile al primo ed ugualmente alto. Quest'asta poi, ricurva nella parte superiore, porta un pendolino formato con una piccola palla di ottone. Il campanello *a* attrae la piccola palla, la quale, tosto respinta, va a scaricarsi col contatto sul campanello *c*. dopo di che è nuovamente attratta e respinta, facendo con una serie di oscillazioni risuonare i due campanelli, finchè la bottiglia sia completamente scaricata.

119. Giare e Batterie elettriche. Le *giare* e le *batterie* elettriche si adoperano quando si ha bisogno di condensare una grande quantità di elettricità.

La giara è una grande bottiglia di Leyda, a larga apertura, per la quale si può applicare una foglia di stagno alla parete interna. La verghetta che attraversa il turacciolo, è diritta, ed è sormontata da una piccola palla di ottone.

La batteria è composta di più giare collocate in una cassa di legno, il cui interno è coperto con una foglia di stagno, che mette tutte le armature esterne in comunicazione tra loro; le armature interne poi comunicano tra loro mediante verghe metalliche. Quando si vuol caricare una batteria, si fanno comunicare le armature interne col conduttore della macchina elettrica mediante una verga metallica, e le armature esterne col suolo. Le batterie devono sempre venir scaricate mediante l'eccitatore, poichè l'elettricità accumulata è in tanta quantità da cagionare delle scosse assai pericolose quando venissero scaricate colle mani.

120. **Effetti prodotti dalla scarica elettrica.** Gli effetti prodotti dalla scarica elettrica possono essere *meccanici*, *fisici*, *chimici* e *fisiologici*.

1° *Effetti meccanici*. La scarica elettrica, passando attraverso i corpi poco conduttori, ne sposta le molecole, spezza il legno e le pietre, fora la carta ed il vetro. A dimostrare come colla scarica elettrica si possa forare il vetro, si fa uso di un apparecchio detto il *buca-vetro*.

Esso si compone di due colonne di vetro le quali, mediante un'asta orizzontale, sostengono un conduttore, che termina in punta. Al di sotto di questo si colloca una lastra di vetro la quale riposa sopra un grosso tubo di vetro entro cui trovasi un secondo

conduttore che termina pure in punta. Posto questo secondo conduttore in comunicazione coll'armatura esterna di una forte bottiglia di Leyda, mediante una catenella, si accosta al primo il bottone della bottiglia stessa. Scocca allora una viva scintilla attraverso i due conduttori e la lastra di vetro viene forata.

2° *Effetti fisici.* Gli effetti fisici sono fenomeni *calorifici* e *luminosi*. Lo sviluppo di calore prodotto dalla scarica elettrica può determinare la combustione ed anche il cambiamento di stato dei corpi. La luce sviluppata dalla scarica elettrica varia di intensità e di colore secondo la tensione dell'elettricità, la pressione atmosferica, e la natura dei corpi attraverso i quali essa scarica passa. In generale, la luce è bianca all'ordinaria pressione, nell'aria rarefatta è rossastra, e violetta nel vuoto. La scintilla che scocca tra due carboni è gialla, e quella che passa tra due sfere di legno o d'avorio, è cremesi.

3° *Effetti chimici.* Gli effetti chimici della elettricità sono combinazioni o scomposizioni prodotte in alcuni corpi per il passaggio della scarica elettrica. La scintilla elettrica determina la combinazione dell'ossigeno coll'idrogeno mescolati insieme, producendo acqua. L'acido carbonico viene pure decomposto dalla scintilla elettrica in ossido di carbonio ed ossigeno.

4° *Effetti fisiologici.* Gli effetti fisiologici dell'elettricità statica sono commozioni più o meno violente prodotte dal passaggio della scarica elettrica attraverso il nostro corpo. Mettendo infatti una mano in comunicazione coll'armatura esterna di una bottiglia di Leyda, ed avvicinando l'altra al bottone, fra questo e la mano scocca una viva scintilla, e si prova

quella sensazione che abbiamo già denominato (115) *scossa* o *commozione elettrica.* La scossa può essere ricevuta anche da molte persone contemporaneamente, quando tutte si tengano per mano facendo catena. La persona che si trova ad una estremità della catena, tiene la bottiglia in mano, e quella che sta all'estremità opposta, tocca il bottone.

Il passaggio dell'elettricità si fa con tanta rapidità, che tutte le persone risentono la commozione nel medesimo istante.

ELETTRICITÀ ATMOSFERICA.

121. **Esperienza di Franklin.** A Beniamino Franklin appartiene la gloria d'aver dimostrato la presenza dell'elettricità nell'atmosfera, e la perfetta analogia tra i fenomeni elettrici e certe meteore, quali sono il *lampo*, il *tuono* ed il *fulmine.*

Egli lanciò nell'aria verso le nubi un cervo volante, armato di una punta metallica ed assicurato da una lunga corda; un cordone di seta, attaccato all'estremità della corda, teneva isolato l'apparecchio. Sul principio non ottenne alcun risultato, ma per una leggiera pioggia sopravvenuta essendosi bagnata la corda, e resa perciò più conduttrice, avvicinando il dito ad una chiave ad essa sospesa, ne ottenne delle scintille. Altre esperienze instituite più tardi da altri fisici, confermarono la scoperta dell'illustre fisico americano

122. **Origine dell'elettricità atmosferica.** L'elettricità atmosferica viene gene-

ralmente attribuita all'evaporazione delle acque esistenti alla superficie del suolo e nei mari, le quali tengono sempre in soluzione delle sostanze saline. A provarlo, si colloca sul piatto superiore dell'elettrometro condensatore una capsula di platino fortemente riscaldata, in cui si versa una piccola quantità di acqua, e si fa comunicare col suolo il piatto inferiore. Quando l'acqua è completamente evaporata, si rompe la comunicazione col suolo, e si leva il piatto superiore, allora si osserva che se l'acqua conteneva delle sostanze eterogenee, le fogliette d'oro divergono, mentre non manifestano alcun indizio di elettricità se l'acqua era pura.

123. Fulmine. Quando una nube carica di elettricità positiva, si trova in vicinanza della terra, decompone per induzione il fluido neutro di questa, attrae verso di sè l'elettricità di nome contrario, e respinge verso il suolo quella di ugual nome. Trovandosi allora in vicinanza i due fluidi di nome contrario, attraverso l'aria si ricompongono, originando il fulmine.

Gli oggetti più elevati, quali sono i campanili e gli alberi, ed i corpi buoni conduttori sono i più soggetti al fulmine. Si deve quindi aver cura, durante un temporale. di tenersi lontani dalle sostanze metalliche e dagli oggetti molto elevati od acuminati i quali facilmente attirano il fulmine.

Il fulmine giunto al suolo con una velocità prodigiosa, accende le materie combustibili, fonde i metalli, rompe e squarcia i corpi non buoni conduttori, fende e svelle gli alberi, ferisce ed uccide uomini ed animali, i quali passano subito dopo in putrefazione.

124. Lampo. Il *lampo* è una scintilla elet-

trica che, strisciando in una linea interrotta, da una nube si porta ad un' altra od alla terra, e qualche volta anche dalla terra verso una nube. È insomma prodotto dalla ricomposizione dei due fluidi contrari di cui sono cariche due nubi, oppure una nube e la terra. Quando una nube è carica di fluido positivo e la terra di fluido negativo, nella ricomposizione delle due elettricità si origina il lampo, di cui prima abbiamo tenuto parola.

125. **Tuono.** Il *tuono* è il violento fragore che viene prodotto dalla scintilla elettrica che attraversa l'aria. L'essere il rumore del tuono non istantaneo, ma prolungato e di ineguale intensità, è dovuto alla riflessione del suono attraverso le nubi ed i monti, ed all'ineguale distanza del cammino che prende il lampo per rapporto al luogo dell'osservatore. Il tuono che accompagna lo scoppio di un fulmine, è più forte di quello che si produce quando la scarica ha luogo tra nube e nube. I lampi che qualche volta scorgiamo da lontano, e che non sono accompagnati dal tuono, sono lampi riflessi di un forte temporale che ha luogo al disotto dell' orizzonte. Quantunque la formazione del lampo sia contemporanea alla produzione del tuono, pure il rumore di questo giunge al nostro orecchio qualche tempo dopo; ma ciò è spiegato dalla differente velocità (41) con cui il suono e la luce si propagano.

126. **Grandine.** La *grandine*, che ordinariamente accompagna i temporali, risulta di globetti di ghiaccio, di differente grossezza, formati di un nocciuolo opaco di neve, ricoperto da una crosta densa e trasparente di ghiaccio.

Ad intendere come la grandine venga prodotta,

bisogna ammettere col celebre Volta, che nell'estate le nubi, portandosi negli strati atmosferici molto asciutti, dieno luogo ad una nuova evaporazione. I nuovi vapori sollevandosi, formano un secondo strato di nubi al disopra delle prime, e queste per la evaporazione si raffreddano, così che alcune parti si gelano formando delle piccole masse di neve, che costituiscono il nocciuolo della grandine. A rendere poi ragione del peso che acquistano i globetti di grandine prima di cadere al suolo, serve l'apparato ideato dallo stesso Volta, e che noi abbiamo descritto al n. 113. Le nubi che producono la grandine hanno un aspetto particolare, di colore cinereo.

127. **Parafulmini.** I *parafulmini*, scoperti da Franklin, sono spranghe di ferro verticali, terminanti in punta, che si collocano sui punti più elevati di un edifizio allo scopo di preservarlo dal fulmine. Tutte le spranghe sono tra loro congiunte per mezzo di un conduttore, e comunicano col suolo mediante corde formate di fili di rame, che si fanno giungere possibilmente in un pozzo oppure nella terra umida, avendo riguardo di dividerle alle estremità in più ramificazioni per istabilire meglio la comunicazione.

Vediamo ora quale sia l' azione che un parafulmini esercita durante un temporale. Quando una nube temporalesca, carica di elettricità positiva, s' innalza nell' atmosfera, essa agisce per induzione sul fluido neutro della terra, respinge lontano il fluido positivo, ed attrae il fluido negativo, il quale portato sulle spranghe del parafulmini, sfugge nell' atmosfera, e va a neutralizzare il fluido positivo della nube. Però lo svolgimento di elettricità talvolta è tanto forte, che il parafulmini non basta a scaricare il suolo; allora

il fulmine scoppia, ed il parafulmini riceve la scarica e per mezzo del conduttore la manda al suolo.

L'attività di un parafulmini si estende ad una circonferenza, avente per raggio il doppio dell'altezza della spranga del parafulmini. Perciò a preservare i grandi edifizi dal fulmine, se ne dovrà porre un numero sufficiente perchè la distanza che li separa l'uno dall'altro, non superi il quadruplo della loro altezza.

ELETTRICITA' DINAMICA.

128. **Esperienze e teoria di Galvani.** Nel 1780, Luigi Galvani, professore di anatomia all'università di Bologna, studiando l'influenza che l'elettricità esercita sui nervi degli animali, osservò che, congiungendo con un archetto metallico i nervi coi muscoli di una rana decorticata di fresco, (fig. 26) le sue membra si agitavano convulsivamente, ed ebbe a constatare che le contrazioni erano molto più vive, quando l'archetto era formato con due metalli differenti tra loro, saldati. Dietro questi risultati, ammise che nella rana esistesse un particolare fluido elettrico, detto da lui *fluido elettrico animale*, il quale si manifestava, quando i nervi, mediante un conduttore metallico, venivano posti in comunicazione coi muscoli; paragonò il corpo della rana ad una bottiglia di Leida, di cui i muscoli ed i nervi costituivano le due armature.

129. **Esperienza e teoria di Volta.** Galvani trovò un oppositore alla sua teoria in

Volta, professore di fisica all'università di Pavia. Egli, partendo dal fatto riconosciuto dallo stesso Galvani, che cioè quando i nervi della rana si facevano comunicare coi muscoli mediante un archetto di un solo metallo, le contrazioni erano deboli, mentre assai energiche si manifestavano, quando l'archetto era formato di due metalli, negò la esistenza del fluido elettrico animale, asserendo che la rana non faceva che la parte di conduttore, e che l'elettricità partiva dai due metalli in contatto, la quale elettricità, trascorrendo per gli organi della rana stessa, la scuoteva.

Ad avvalorare la sua teoria, Volta prese due dischi, l'uno d'argento e l'altro di zinco, ciascuno isolato mediante un manico di vetro, li mise per un istante a contatto tra loro, e quindi ne portò uno al piatto collettore dell'elettrometro condensatore. Dopo aver ripetuto un certo numero di volte questa operazione, portando al condensatore sempre lo stesso disco, levò il piatto collettore, e le fogliette d'oro si mostrarono elettrizzate. Dietro questa esperienza Volta concluse che, allorquando due corpi buoni conduttori vengono posti a contatto, si sviluppa sempre una forza a cui diede il nome di *forza elettromotrice*, la quale è atta a decomporre il loro fluido neutro e ad impedirne la ricomposizione, e pose il principio che: due sostanze eterogenee, quali si vogliano, poste in contatto, si costituiscono sempre l'una allo stato di elettricità positiva, l'altra allo stato di elettricità negativa.

130. **Pila di Volta.** Volta, onde ottenere effetti elettrici più considerevoli, ideò un apparato, che dalla sua forma egli chiamò *pila*, e che più

tardi, dal nome del suo inventore, venne denominata *pila voltaica.*

La pila di Volta (fig. 27) si compone di dischi di due differenti metalli, rame e zinco, sovrapposti gli uni agli altri nel seguente ordine: un disco di rame, un disco di zinco ed una rotella di panno inzuppato in acqua acidulata, poi ancora un disco di rame, uno di zinco, una rotella di panno e così di seguito, sempre nel medesimo ordine, di modo che, avendo cominciato con un disco di rame, si dovrà necessariamente finire con un disco di zinco. Tutto l'apparato è sostenuto da colonnette di vetro, e può tenersi isolato collocando a ciascuna estremità un disco di vetro. La riunione di un disco di zinco con uno di rame, dicesi *coppia* od *elemento* della pila; i punti estremi della pila si dicono *poli*, l'uno dei quali è *positivo*, e l'altro *negativo*, a ciascun disco estremo si attacca un filo metallico, che dicesi *reoforo.*

Congiungendo i due poli della pila con un filo metallico, si origina tosto in tutte le coppie un movimento di elettricità che va dal rame al zinco, e da questo, pel *filo congiuntivo*, ritorna al rame per ripassare al zinco. A questo movimento continuo di elettricità si dà il nome di *corrente elettrica.* All'istante in cui si accostano i due fili metallici per chiudere il circuito, e quando si allontanano, scocca una scintilla tra i due punti posti a contatto.

Vediamo ora quale sia la distribuzione dell'elettricità nella pila. Indagando con un elettrometro lo stato elettrico di una pila posta in comunicazione col suolo, si trova che se essa comunica col suolo coll'estremità rame, l'estremità contraria zinco si mostra in istato elettrico positivo, mentre se essa

comunica col suolo per l'estremità zinco, l'estremità opposta rame si mostra in istato elettrico negativo. Si osserva inoltre che la tensione elettrica, che è nulla all'estremo disco che comunica col suolo, va aumentando da una coppia all'altra fino all'estremo disco contrario, dove la tensione è massima.

Se poi la pila è isolata, la distribuzione dell'elettricità è differente. Si riconosce infatti per mezzo dell'elettrometro stesso, che la parte media è allo stato naturale, che la metà della pila che termina collo zinco, si trova in istato elettrico positivo, e la metà che termina col rame, allo stato elettrico negativo, e che dal mezzo la tensione va crescendo verso le estremità, dove la tensione è massima.

131. Effetti prodotti dalla corrente elettrica. Gli effetti prodotti dalla corrente elettrica possono essere *fisici*, *chimici* e *fisiologici*.

1° *Effetti fisici.* Gli effetti fisici sono fenomeni calorifici e luminosi. Il calore sviluppato dalla corrente elettrica, il più potente che si conosca, può fondere e volatilizzare tutti i metalli e perfino il platino che resiste al più potente calore dei nostri fornelli. Il carbone stesso, sottoposto all'azione della corrente elettrica si rammollisce e si rincurva sotto il suo peso, ed il diamante si trasforma in grafite.

Facendo comunicare gli estremi dei due reofori con due pezzi di carbone, quando questi vengono avvicinati si accendono, producendo una bellissima luce che si denomina luce elettrica. Il carbone positivo si va continuamente consumando, per cui la distanza tra i due carboni si rende sempre maggiore, la corrente si fa meno intensa, e la luce meno viva;

ma a questo inconveniente si rimedia facilmente mediante il *regolatore*, il quale fa continuamente avanzare un carbone verso l'altro, man mano che la corrente s'indebolisce, per cui la distanza tra i due carboni si mantiene costante.

2° *Effetti chimici.* Moltissime combinazioni e decomposizioni chimiche, che cogli altri mezzi attualmente conosciuti dalla scienza non si potrebbero ottenere, si effettuano col soccorso della corrente elettrica. Gli ossidi e gli acidi vengono da essa decomposti; l'ossigeno si porta sempre al polo positivo, ed il radicale al polo negativo. Anche i sali si decompongono sotto l'azione della corrente elettrica, ma la loro decomposizione non è sempre completa. La prima decomposizione chimica che si operò mediante la corrente elettrica, fu quella dell'acqua (1) nel 1800.

3° *Effetti fisiologici.* Se colle mani bagnate in una soluzione acida qualunque, si toccano i poli di una pila, si riceve una scossa al momento dell'applicazione, ed una seconda scossa si risente quando, togliendo le mani, s'interrompe la corrente. La scossa, prodotta dalla pila, è dovuta alla ricomposizione dei due fluidi elettrici, come nella bottiglia di Leida; la differenza solo sta in ciò che la scarica della bottiglia essendo istantanea, istantanea è anche la scossa da essa prodotta, mentre la pila ricaricandosi immediatamente dopo ciascuna scarica, le scosse si succedono con tanta rapidità, da sembrare una sola scossa prolungata. La medicina trae partito della corrente

(1) Veggansi le mie Nozioni di Scienze Naturali pag. 20.

elettrica continua per ristabilire le funzioni vitali nei muscoli paralizzati.

132. Pila a corona di bicchieri. Nella descritta pila di Volta, detta anche *pila a colonna*, le rotelle di panno bagnate con acqua acidulata, per la pressione dei sovrapposti dischi, lasciano trapelare del liquido il quale stabilisce una comunicazione colle sottoposte coppie; inoltre esse si asciugano dopo qualche tempo, per cui la corrente s'indebolisce e cessa. Per rimediare a questi inconvenienti, Volta stesso ideò la pila a corona di bicchieri.

Alcuni bicchieri (fig. 28), disposti l'uno dopo l'altro in modo da formare una corona, contengono dell'acqua acidulata, ed in essi si immergono delle lamine metalliche, ripiegate in forma di ferro da cavallo, e formate di due metalli, rame e zinco, saldati insieme. Nel disporre queste lamine si deve por mente che ogni bicchiere riceva il zinco di un arco ed il rame dell'arco consecutivo. I due poli di questa pila comunicano tra loro mediante due fili metallici, fissati a due lamine di rame immerse nei due ultimi bicchieri. Ponendo le mani nei due bicchieri estremi, si prova la scossa elettrica, ed una seconda scossa si risente quando si tolgono.

133. Pila a cassetta. In una cassetta rettangolare (fig. 29), divisa in tanti scompartimenti uguali, si dispongono parallellamente tante copie formate di due lastre, l'una di rame e l'altra di zinco saldate insieme. Le coppie devono essere isolate tra loro, e disposte in modo che le lamine di zinco si trovino tutte rivolte dalla stessa parte, e quelle di rame dalla parte opposta. Versata nella cassetta del-

l'acqua acidulata, si ha svolgimento di elettricità, la quale si raccoglie da due fili metallici fissati alle due lamiere di rame *a* e *c*, pescanti alle estremità della pila. Per la maggior superficie che le coppie presentano all'acqua acidulata, si ha in questa pila uno sviluppo di elettricità maggiore che nelle due prime descritte, e si ha inoltre il vantaggio che dopo che la pila ha servito, si leva l'acqua acidulata, e si lavano le coppie, le quali possono servire per ulteriori esperienze.

134. **Pile a corrente costante.** L'intensità della corrente elettrica prodotta dalle descritte pile, diminuisce rapidamente al diminuire dell'azione chimica che ne è la sorgente. L'acido solforico combinandosi collo zinco forma solfato di zinco, e questo, decomposto per la corrente elettrica, deposita sul rame uno strato di ossido di zinco. Inoltre, per la decomposizione dell'acqua si deposita sul rame stesso anche dell'idrogeno, sostanza coibente. Queste cause, reagendo sugli effetti delle pile, le indeboliscono. Tali inconvenienti si evitano colle pile a due liquidi, le quali si dicono *pile a corrente costante*, perchè i loro effetti conservano per qualche tempo una intensità quasi costante.

135. **Pila di Daniel.** La pila di Daniel è formata di un vaso di vetro o di maiolica, nel quale si immerge una lamina di zinco ripiegata in forma di cilindro cavo e fesso. Nel cilindro di zinco entra un vaso di terra porosa, detto diaframma, nel quale è posta una lamina di rame a cui è saldato un dischetto forato pure di rame. Entro il vaso poroso si versa una soluzione satura di solfato di rame, ed esternamente al diaframma, cioè nello spazio occu-

pato dallo zinco si versa dell'acqua acidulata con acido solforico. Ponendo in comunicazione il rame col zinco mediante i reofori, la corrente si forma. Il polo positivo trovasi al rame, ed il polo negativo al zinco.

136. **Pila di Grove.** Grove modificò in questo modo la pila di Daniel. Alla lamina di rame egli ne sostituì una di platino curvata ad *S* e fissata ad un coperchio di legno, che si appoggia sul vaso poroso. Questa lamina, che offre il vantaggio di essere un eccellente conduttore, nuota nell'acido nitrico. Inoltre collocò la lamina di zinco esteriormente al vaso poroso. Questa pila, per l'alto prezzo del platino e per l'inconveniente che questo presenta di divenir fragile, quando la pila ha per qualche tempo funzionato, è posta quasi fuori d'uso.

137. **Pila di Bunsen.** Al platino della pila di Grove, Bunsen ebbe l'idea di sostituire un cilindro di carbone, preparato riscaldando fortemente in una forma di ferro della polvere di carbone mescolata con del miele. I pezzi di questa pila si dispongono nel seguente ordine: Esteriormente un vaso cilindrico di vetro o di maiolica contenente dell'acqua acidulata con acido solforico, e dentro, un cilindro cavo di zinco al quale è fissata una lamina stretta e sottile di rame, destinata a servire di reoforo. Entro il cilindro di zinco si colloca un vaso di terra cotta poroso in cui si versa dell' acido nitrico; in questo vaso poi si pone un cilindro di carbone, alla cui parte superiore è saldata una lamina di rame, che serve di secondo reoforo. Facendo comunicare insieme lo zinco col carbone, mediante un filo congiuntivo si ha la corrente elettrica; il polo positivo corrisponde al carbone, ed il negativo al zinco.

138. **Pila Minotto.** La pila Minotto consiste in un vaso cilindrico di vetro o di maiolica, in cui è introdotto un filo di rame che termina a spira, e coperto di guttaperca fino al principio di essa spira per togliere ogni possibile contatto collo zinco. Uno strato di cristalli di solfato di rame sopra la spira, occupando tutta la parte inferiore del vaso, ed uno strato di sabbia esercita le funzioni di vaso poroso; sulla sabbia si colloca una lamina di zinco che nuota in acqua semplice, la quale va versata quando tutte le parti sono già preparate. Questa pila, oltre ad una grande comodità, presenta anche il vantaggio di una lunga durata, potendo servire anche un anno, senza che con ciò i suoi effetti vengano indeboliti.

139. **Pila Callaud.** La pila Callaud, detta *pila a contatto di liquidi*, ed anche *pila italiana*, è quella attualmente impiegata in una gran parte degli uffici telegrafici dello Stato. Essa consta di un vaso di vetro, dell'altezza circa di 20 centimetri, e del diametro di centimetri 10, con strozzatura alla metà della sua altezza. Versata in questo vaso dell'acqua fino ad una certa altezza, con apposito imbuto si fa giungere una soluzione satura di rame, la quale, essendo più pesante dell'acqua, si deposita al fondo. Il cilindro fesso di zinco riposa sulla strozzatura del vaso, mentre una lamina di rame, coperta di materia coibente fino al disotto dello zinco, pesca nel vaso in modo da presentare alla soluzione di solfato di rame la parte non isolata. Tanto alla lamina di rame quanto al cilindro di zinco si adatta con vite di pressione un reoforo.

140. **Batteria.** Quando mediante una qualunque delle descritte pile si vogliono ottenere delle

correnti assai intense, si forma un apparato composto che dicesi *batteria*. Per far ciò, si unisce, mediante viti di pressione, il polo zinco della prima coppia, col polo rame, carbone o platino della seconda, ed il polo zinco di questa, col polo rame, carbone o platino della terza, e così via. L' ultimo zinco rappresenta il polo negativo, e l'ultimo rame il polo positivo.

141. Azione della corrente elettrica sull' ago calamitato. Ad Oersted, fisico Danese, è dovuta la scoperta dell'azione direttrice che la corrente elettrica esercita sopra un ago calamitato. Egli trovò che, allorquando si avvicina un ago calamitato al filo conduttore, che unisce i due poli di una pila in azione, l'ago devia dalla sua posizione, e vi ritorna immediatamente al cessare della corrente.

Si disponga il filo congiuntivo di una pila nella direzione del meridiano magnetico, ed in vicinanza si collochi un ago magnetico, il quale, finchè il filo non è attraversato da una corrente, si mantiene ad esso parallelo; ma non appena il circuito si chiude, e la corrente vada, per esempio, dal nord al sud, si osservano questi fatti:

1° Posto l'ago magnetico al *disotto* del filo congiuntivo, il polo nord dell'ago devia verso l'*ovest*.

2° Posto l'ago magnetico al *disopra* del filo congiuntivo, il polo nord dell'ago devia verso l' *est*.

3° Posto l'ago magnetico all'*est* del filo congiuntivo, ed alla medesima altezza, il polo nord si *abbassa*.

4° Posto l'ago magnetico all'*ovest* del filo congiuntivo, ed alla medesima altezza, il polo nord si *innalza*.

Se poi la corrente fosse diretta dal sud al nord, tutti i citati movimenti dell'ago avverrebbero in senso opposto.

Le dichiarate deviazioni, che subisce l'ago magnetico in presenza di una corrente elettrica, si possono facilmente rappresentare immaginando, come fece Ampère, una figura d'uomo collocata sul filo congiuntivo in modo che la corrente vada dai piedi alla testa, e che la sua faccia sia costantemente rivolta verso l'ago calamitato. In qualunque posizione si ponga l'ago, il suo polo nord è sempre deviato verso la sinistra della figura di Ampère, disponendosi in senso perpendicolare alla direzione del filo congiuntivo.

142. Galvanometro o moltiplicatore. Il *galvanometro*, detto anche *moltiplicatore*, è uno strumento destinato a riconoscere l'esistenza, la direzione e l'intensità di una corrente elettrica. Esso è fondato sull'azione direttrice che la corrente elettrica esercita sull'ago calamitato.

Consiste esso in un lunghissimo filo metallico, rivestito di seta e avvolto per parecchi giri intorno ad un piccolo telaio di forma parallelepipeda. Un ago calamitato, sospeso ad un filo di seta, sta nel centro del telaio. Allorchè attraverso il filo metallico passa una corrente elettrica, l'ago calamitato subisce l'azione simultanea di tante correnti per quanti sono i giri del filo metallico, ed è obbligato a deviare secondo la legge di Oersted.

Ma perchè l'azione direttrice di una corrente sull'ago calamitato sia sufficientemente intensa, è necessario che venga neutralizzata l'attrazione che la terra esercita sull'ago stesso. Per soddisfare questa

condizione Nobili sostituisce all'ago calamitato, due aghi paralleli, invariabilmente congiunti, in modo che i poli contrari si trovino dalla stessa parte. Col dare a questi aghi un'egual forza magnetica, il magnetismo terrestre non esercita sul sistema che una assai debole attrazione. Due aghi così combinati costituiscono un *sistema astatico*. Uno degli aghi si muove nello spazio interno del telaio, e l'altro, che rimane esterno, indica in un quadrante orizzontale graduato, attorno a cui può girare, la direzione e l'intensità della corrente che attraversa il filo metallico, da cui il telaio è circondato.

143. **Elettro-Calamita.** Rivestendo un pezzo di ferro dolce con numerose spire di filo metallico ricoperto di seta, e facendo in modo che una corrente elettrica, sviluppata da una pila, percorra il filo, il ferro dolce verrà istantaneamente trasformato in una calamita, e conserverà le proprietà caratteristiche di questa, durante il tempo in cui durerà la corrente; ma quando questa venga a cessare, la forza magnetica del ferro dolce rimane distrutta. Un pezzo di ferro dolce disposto in tal modo nell'interno di numerose spire metalliche, rivestite di seta, prende il nome di *elettro-calamita*. La forma che si dà all'elettro-calamita è quella di ferro da cavallo, ma più spesso essa si compone di due cilindri di ferro vicini e paralleli, congiunti mediante un pezzo di ferro trasversale, applicato ad angolo retto ad una delle loro estremità.

144. **Telegrafo di Morse.** La scoperta del telegrafo elettrico è basata sopra la proprietà che ha il ferro dolce di assumere e perdere la qualità di calamita con rapidissima vicenda, corrispon-

dente al successivo chiudersi ed aprirsi del circuito elettrico, qualunque sia la lunghezza del filo che deve essere attraversato dalla corrente.

Non è nostro còmpito il dare una descrizione dei vari apparati telegrafici e dei perfezionamenti che i fisici vi apportarono in questi ultimi anni, non comportandolo la brevità del lavoro e lo scopo a cui questo è destinato, ma procureremo solo di fare intendere il principio su cui si fonda il telegrafo scrivente del fisico americano Morse.

Si supponga a tal fine che dal polo positivo di una pila stabilita a Venezia, parta un filo metallico e si estenda fino a Milano, che ivi si avvolga a spire intorno a due cilindri di ferro dolce paralleli, in modo da costituire un elettro-calamita, e che finalmente ritorni a Venezia per congiungersi al polo negativo della pila. Il solo aprirsi e chiudersi successivo della corrente a Venezia, basterà per comunicare e togliere la potenza magnetica dell' elettro-calamita a Milano. Se ora in vicinanza dei poli dell'elettro-calamita si disponga una leva di ferro dolce mobile in guisa che essa possa porsi in contatto con questi poli, ma ne venga tenuta discosta da una molla metallica di piccola forza, questa leva, nel momento in cui a Venezia si chiuderà il circuito elettrico, verrà attratta dalla calamita con una forza superiore a quella della molla, e si porterà a contatto dei due poli. L'opposto avrà luogo all'atto dell'interruzione del circuito, poichè la calamita, privata delle sue proprietà magnetiche, lascierà la leva in balia della molla la quale la scosterà. Il reiterato e successivo chiudersi ed aprirsi del circuito, determina nella leva, dominata dalla calamita, un moto di va e vieni. La leva di ferro porta

all'estremità opposta all'elettro-calamita una punta metallica, alla portata della quale si svolge, mediante un movimento di orologeria, una lista di carta, sulla quale, a misura che la corrente dura più o meno tempo, traccia una linea più o meno lunga. Dalla differente combinazione di linee lunghe e brevi si ottiene l'alfabeto telegrafico.

FINE.

INDICE

INTRODUZIONE.

CAPO I.

Proprietà generali della materia.

CAPO II.

Corpi Celesti.

CAPO III.

Gravità e peso dei Corpi.

Pressione atmosferica.

CAPO IV.

Del Suono.

CAPO V.

Calorico.

Dilatazione dei Corpi.

Cambiamento di stato dei Corpi.

Propagazione del Calorico.

Igrometria.

CAPO VI.

Luce.

Riflessione della Luce.

Rifrazioni della Luce.

Decomposizione e ricomposizione della Luce

CAPO VII.

Magnetismo.

CAPO VIII.

Elettricità.

Elettricità statica.

Elettricità atmosferica.

Elettricità dinamica.

Fig. 3.
Fig. 4.
b

Fig. 9.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 3.
Fig. 4.
a
b

Tav: IIII.

Fig. 26.

Fig. 27.

Fig. 29.

DELLO STESSO AUTORE

NOZIONI

DI

SCIENZE NATURALI

CON FIGURE

Prezzo Lire 1, 50